

ÍNDEX

Volum I

1 Memòria

1.1	Introducció	8
1.1.1	Energia i Eficiència	8
1.1.2	Demanda de confort i consum. d'energia	9
1.1.3	Disseny de baix consum energètic dels edificis	11
1.1.4	Directiva d'eficiència Energètica d'edificis	12
1.1.5	Aïllament tèrmic	13
1.1.6	Condensacions	15
1.1.7	Instal·lacions solars tèrmiques	15
1.1.7.1	Introducció	15
1.1.7.2	Subsistema de captació	16
1.1.7.3	Subsistema d'emmagatzematge	17
1.1.7.4	Subsistema de distribució i control	19
1.2	Antecedents	20
1.3	Objectius	20
1.4	Anàlisi de requeriments	21
1.5	Anàlisi d'alternatives	21
1.5.1	Calefacció solar	21
1.5.2	Terra radiant	22
1.5.3	Radiadors	22
1.5.4	Fan-coils	23
1.5.5	Refrigeració solar	23
1.5.6	Refrigeració per aire	23
1.6	Descripció de les instal·lacions	23
1.6.1	Descripció de l'ampliació de la nau industrial	23
1.6.1.1	Descripció arquitectònica general	23
1.6.1.2	Descripció dels tancaments	25

1.6.2	Introducció a les instal·lacions de climatització.....	30
1.6.2.1	Càrregues tèrmiques.....	31
1.6.3	Descripció de la instal·lació de calefacció.....	33
1.6.3.1	Introducció.....	33
1.6.3.2	Elements i característiques del terra radiant.....	34
1.6.3.3	Descripció i funcionament dels circuits de distribució del sòl radiant.....	39
1.6.3.4	Bombes hidràuliques.....	40
1.6.3.5	Vas d'expansió.....	40
1.6.3.6	Conduccions dels circuits de distribució.....	41
1.6.3.7	Aïllament dels circuits de distribució.....	41
1.6.3.8	Fluid de la instal·lació.....	42
1.6.3.9	Control de la instal·lació.....	42
1.6.4	Descripció de la instal·lació de refrigeració i ventilació.....	43
1.6.4.1	Funcionament general de la instal·lació.....	43
1.6.4.2	Descripció de les unitats de climatització.....	44
1.6.4.3	Descripció dels circuits de distribució d'aire.....	45
1.6.4.4	Descripció dels elements que formen els circuits.....	50
1.6.4.4.1	Conducces per la distribució de l'aire.....	50
1.6.4.4.2	Difusors i reixetes.....	56
1.6.4.4.3	Regulador de caudal.....	58
1.6.4.5	Pèrdua de càrrega en els circuits d'aire.....	60
1.6.4.6	Extracció d'aire.....	61
1.6.5	Descripció de la instal·lació solar tèrmica de calefacció.....	65
1.6.5.1	Cobertura solar.....	65
1.6.5.2	Elements de la instal·lació solar tèrmica.....	65
1.6.5.2.1	Sistema de captació.....	65
1.6.5.2.2	Sistema d'acumulació.....	69
1.6.5.2.3	Sistema de circulació i elements del circuit primari.....	69
1.6.5.2.4	Vas d'expansió.....	70

1.6.5.2.5	Fluid caloportador.....	71
1.6.5.2.6	Grup de pressió.....	71
1.6.5.2.7	Sistema de control.....	71
1.6.5.2.8	Sistema d'energia auxiliar.....	72
1.6.6	Descripció de la instal·lació solar tèrmica per la producció d'aigua calenta sanitària.....	73
1.6.6.1	Cobertura solar.....	74
1.6.6.2	Sistema d'energia auxiliar.....	74
1.7	Conclusions	74
1.8	Bibliografia	75

Volum II

2 Annexes.

2.1 Càlculs justificatius de la instal·lació de ventilació i refrigeració.

2.1.1	Càlcul de les càrregues tèrmiques de refrigeració.....	77
2.1.1.1	Introducció.....	77
2.1.1.2	Mecanismes de transmissió d'escalfor.....	77
2.1.1.3	L'ambient interior.....	80
2.1.1.3.1	Introducció.....	80
2.1.1.3.2	Condicions interiors de projecte.....	80
2.1.1.4	L'ambient interior.....	81
2.1.1.5	Càlcul de les càrregues tèrmiques de refrigeració.....	81
2.1.1.5.1	Classificació de les càrregues.....	81
2.1.1.5.2	Càrrega a través de parets, teulades i sòls....	82
2.1.1.5.3	Transmissió d'escalfor a través de superfícies de vidre.....	92
2.1.1.5.4	Càrrega deguda a ventilació i infiltració d'aire.....	95
2.1.1.5.5	Càrrega deguda als ocupants.....	99
2.1.1.5.6	Càrrega deguda a la il·luminació.....	101

2.1.1.5.7	Càrrega deguda a màquines.....	102
2.1.1.5.8	Coeficient de majoració.....	103
2.1.1.6	Resultats de les càrregues tèrmiques de refrigeració....	104
2.1.2	Selecció de l'element difusor.....	137
2.1.3	Càlcul del cabal d'aire a subministrar.....	140
2.1.4	Cabal mínim d'aire exterior.....	143
2.1.5	Càlcul dels conductes d'aire d'impulsió i retorn.....	144
2.1.5.1	Diàmetre equivalent.....	144
2.1.5.2	Cabal i velocitat.....	146
2.1.5.3	Determinació de la pèrdua de càrrega dels conductes d'aire.....	150
2.1.5.4	Pèrdua de càrrega total dels circuits d'aire.....	157
2.1.6	Càlcul dels conductes d'extracció d'aire.....	165
2.2	Càlculs justificatius de la instal·lació de calefacció per terra radiant.	
2.2.1	Càlcul de les càrregues tèrmiques per calefacció.....	168
2.2.1.1	Ambient interior.....	168
2.2.1.1.1	Introducció.....	168
2.2.1.1.2	Condicions interiors de projecte.....	168
2.2.1.2	Ambient exterior.....	169
2.2.1.3	Càlcul de les càrregues tèrmiques.....	170
2.2.1.3.1	Càrrega a través de tancaments verticals, teulades i sòls.....	170
2.2.1.3.2	Càrrega deguda a ventilació i infiltracions d'aire.....	171
2.2.1.3.3	Coeficient de majoració o seguretat.....	175
2.2.2	Resultats de les càrregues tèrmiques per calefacció.....	175
2.2.3	Disseny del terra radiant.....	192
2.2.3.1	Introducció.....	192
2.2.3.2	Selecció del pas entre els conductes radiants.....	193
2.2.3.3	Càlcul del cabal dels circuits radiants.....	196

2.2.3.4 Càlcul de la pèrdua de càrrega del fluid caloportador del terra radiant.....	201
2.2.3.4.1 Pèrdua de càrrega de les canonades de distribució.....	201
2.2.3.4.1.1 Cabal i velocitat.....	201
2.2.3.4.1.2 Nombre de Reynolds.....	201
2.2.3.4.1.3 Pèrdues de càrrega lineals.....	202
2.2.3.4.1.4 Pèrdues de càrrega singulars.....	203
2.2.3.4.1.5 Resultats de les pèrdues de càrrega.....	204
2.2.3.4.2 Pèrdues de càrrega dels circuits radiants.....	206
2.2.3.4.3 Equilibrat hidràulic.....	208
2.2.3.4.4 Grups de pressió.....	208
2.2.3.5 Vas d'expansió.....	209

2.3 Càlculs justificatius de la instal·lació solar tèrmica.

2.3.1 Introducció als càlculs.....	212
2.3.2 Càlcul de l'energia solar rebuda pel captador.....	213
2.3.2.1 Càlcul de la declinació.....	213
2.3.2.2 Càlcul de la fracció difusa de la radiació total mitjana mensual.....	214
2.3.2.3 Càlcul de l'angle horari corresponent a la posta de sol per una superfície horitzontal.....	215
2.3.2.4 Càlcul de l'angle horari corresponent a la posta de sol per una superfície inclinada.....	215
2.3.2.5 Càlcul de la transmissió de l'atmosfera.....	216
2.3.2.6 Càlcul de la mitjana mensual de radiació diària sobre la superfície del captador i sobre una superfície horitzontal.....	216
2.3.2.7 Càlcul de la mitjana mensual de radiació diària sobre una superfície inclinada.....	217
2.3.2.8 Pèrdues per inclinació i orientació dels captadors.....	217
2.3.2.9 Pèrdues per ombres.....	218

2.3.2.10	Resultats obtinguts de l'energia solar rebuda pels captadors.....	219
2.3.3	Rendiment del captador.....	220
2.3.4	Energia tèrmica transmesa al circuit primari.....	222
2.3.5	Energia tèrmica transmesa al circuit secundari de calefacció.....	224
2.3.6	Cobertura solar.....	225
2.3.7	Valoració econòmica.....	233
2.3.8	Volum d'acumulació	239
2.3.9	Vas d'expansió.....	239
2.3.10	Circuit primari.....	240
2.3.10.1	Càlcul del cabal del circuit primari.....	240
2.3.10.2	Càlcul de les canonades del circuit primari.....	241
2.3.10.2.1	Cabal, velocitat i secció dels diferents trams.....	241
2.3.10.2.2	Nombre de Reynolds.....	241
2.3.10.2.3	Pèrdues de càrrega.....	242
2.3.10.3	Equilibrat hidràulic.....	246
2.3.11	Grup de pressió.....	247
2.4	Càlculs justificatius de la instal·lació solar tèrmica per ACS.	
2.4.1	Demanda d'aigua calenta sanitària.....	248
2.4.2	Superfície de captació i volum d'acumulació.....	248
2.4.3	Pèrdues per orientació i inclinació dels captadors.....	249
2.4.4	Pèrdues per ombres.....	249
2.4.5	Cobertura solar.....	250
2.5	Fitxes justificatives dels tancaments segons DB-HE1 (CTE).	
2.6	Annex (1) Calefacció.	
2.7	Annex (2) Refrigeració i ventilació.	
2.8	Annex (3) Solar i acs.	

Volum III

3 Plec de condicions

3.1 Normativa per la instal·lació de climatització.....	252
3.2 Normativa per la instal·lació solar tèrmica.....	252
3.3 Manteniment i posta en marxa.....	253
3.4 Pla de vigilància.....	253
3.5 Seguretat.....	255
3.6 Prevenció de legionel·la.....	256
3.7 Medi ambient.....	257
3.8 Manteniment de la bomba de circulació.....	258
3.9 Manteniment dels dipòsits d'acumulació.....	258
3.10 Manteniment del vas d'expansió.....	259
3.11 Manteniment de les canonades.....	259
3.12 Manteniment d'elles vàlvules.....	262
3.13 manteniment de la caldera.....	263
3.14 Protecció contra el gel i la falta de circulació d'aigua.....	263
3.15 Regulació i Control.....	264
3.16 Fulles d'especificacions.....	265

4 Estat d'amidaments i pressupost

4.1 Amidaments i pressupost de la instal·lació de calefacció.....	266
4.2 Amidaments i pressupost de la instal·lació de refrigeració i ventilació.....	269
4.3 Amidaments i pressupost de la instal·lació solar tèrmica per calefacció.....	272
4.4 Amidaments i pressupost de la instal·lació solar tèrmica per producció ACS.....	273
4.5 Pressupost total de les instal·lacions.....	273

5 Plànols.

1.1 Introducció.

1.1.1 Energia i Eficiència.

La major part de l'energia que es consumeix avui en dia, prové de la utilització de fonts d'energia exhauribles, normalment procedents de derivats del petroli o del carbó. Aquest fet, juntament amb que la seva combustió comporta emissions de gasos perjudicials, com ara el CO₂ demostren la necessitat de la utilització d'unes fonts d'energia que, a diferència de les convencionals, no s'esgotin i no siguin contaminants.

A Catalunya l'any 2003, el 3,6 % de consum d'energia primària provenia d'energies renovables. El Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015 planteja uns objectius molt ambiciosos ja que pretén que al final d'aquest període s'hagi quadruplicat el % d'ús d'energies renovables arribant a l'11%. L'energia eòlica i els biocombustibles amb un 26% aproximadament seran les més importants i la solar arribarà fins als 4,2 % (en detriment de la hidràulica que passarà del 58 % al 18,1%).

La Normativa nacional actual amb el document bàsic CTE- HE "Ahorro de energia" defineix les exigències bàsiques en quan a:

- aigua calenta sanitària amb captació solar.
- energia elèctrica amb una fracció mínima amb captació solar (fotovoltaica).

A més a Catalunya s'està donant un gran impuls a l'ús de les energies renovables i així ho mostra amb la normativa actual que s'ha d'aplicar en els projectes d'edificació :

- Certificació Energètica (RD 47/2007 de 19 de gener de 2007)
- Decret d'ecoeficiència de la Generalitat de Catalunya -Decret 21/2006 de 14 de febrer,
- Ordenances solars municipals.

La calefacció representa el 64% del consum energètic total d'una casa, despesa que es pot reduir si s'instal·la el sistema més adequat per a cada cas. Les baixes temperatures pròpies de l'època hivernal en què estem, han obligat que en moltes cases es posin en marxa els sistemes de calefacció. En el nostre país més d'un milió d'habitatges disposa de calefacció col·lectiva i més de tres milions disposen d'un sistema individual (electricitat, gas natural, propà, butà, fuel&), amb el consegüent increment del consum energètic.

Segons dades del Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'energia (IDAE), del Ministeri d'indústria i Energia, més de la quarta part del consum final d'energia i de les emissions de CO₂, tenen el seu origen en les cases espanyoles (habitatge i vehicles). Un estudi elaborat per aquest organisme assenyala que cada família gasta generalment 1.200 euros anuals en energia i emet 4,6 tones de CO₂. La suma de la despesa familiar arriba a la xifra de més de 15.000 milions d'euros, que representa un 3,5 % del Producte Interior Brut (PIB). El consum es distribueix a parts iguals entre l'habitatge i el vehicle privat.

La calefacció representa el 64% del consum energètic total d'una casa; una despesa excessiva que es pot reduir si fem un ús correcte dels sistemes de calefacció. Triar el sistema de calefacció més adequat per a cada habitatge i família és una tasca que requereix un consciencios estudi de les característiques de la nostra llar, del cost que estem disposats a assumir i del tipus de clima del lloc on residim. L'oferta és àmplia i hi ha sistemes per a totes les necessitats.

L'eficiència energètica és la capacitat d'obtenir resultats amb una mínima despesa d'energia global, esforç humà, materials i capital.

Són energies primàries les que s'obtenen directament del medi, com ara la combustió del carbó, del petroli, del gas natural o l'energia solar. En canvi, una energia secundària és la que es produeix per conversió d'alguna de les anteriors.

L'energia elèctrica, que és una de les més utilitzades, és una energia secundària. Això és important, ja que les transformacions d'energia redueixen considerablement l'eficiència energètica.

1.1.2 Demanda de confort i consum d'energia.

Els sistemes urbans representen actualment tres quartes parts del consum mundial d'energia, percentatge que continuarà augmentant en els propers anys segons tots els estudis prospectius realitzats fins al moment. El sector domèstic i residencial és un dels principals responsables d'aquesta tendència, juntament amb el transport. La demanda creixent de confort, afegida a les característiques dels edificis actuals, fa que la seva despesa energètica sigui molt elevada.

Ha esdevingut un fet habitual que cada estiu es produeixin puntes de consum d'electricitat que estableixen nous rècords pel que fa a la demanda d'energia. La incorporació de la climatització estival als hàbits de confort dels ciutadans, i la consegüent proliferació d'aparells d'aire condicionat, ha fet del sector domèstic o residencial un dels principals consumidors d'energia.

A la demanda de refrigeració a l'estiu, basada principalment en el consum d'energia elèctrica, s'hi afegeix també el major consum d'energia a l'hivern degut a l'ús de les calefaccions, alimentades fonamentalment de gas natural i gasos liquats del petroli. Això fa que, a hores d'ara, la climatització representi un percentatge elevat de la despesa energètica d'un habitatge, per davant del consum associat a la producció d'aigua calenta sanitària, a la il·luminació o al de la cuina.

El canvi d'hàbits dels ciutadans pel que fa a la demanda de confort tèrmic, les característiques dels edificis i l'increment de la superfície mitjana dels nous habitatges comporten, a més, un sobre - consum i un baix nivell d'eficiència energètica.

En el conjunt de la Unió Europea, el sector domèstic ha arribat a un nivell de consum molt semblant al del industrial, ja que percentualment representen un 26% i un 28%, respectivament. En el cas d'Espanya, el sector residencial consumeix un 15% de l'energia final, cosa que representa uns 11 milions de tones equivalents de petroli.

A Catalunya, el percentatge de consum se situa actualment sobre el 10%, amb un creixement semblant al de la resta de l'estat. Si bé els percentatges de consum són inferiors als de la mitjana de la Unió Europea, el creixement anual se situa ja al voltant d'un 3%, de manera que en pocs anys pot arribar als nivells del sector industrial. El consum elèctric entre els anys 1992 i 1999 a causa de la demanda de confort estival va ser d'un 65%, tendència que s'ha mantingut en els anys posteriors. En primer lloc, perquè només un 10% de les llars catalanes tenen instal·lat algun sistema de refrigeració i, en segon lloc, perquè en el període esmentat la demanda d'aparells d'aire condicionat s'ha incrementat prop d'un 40%.

El sector domèstic és, per tant, un dels que presenta un major potencial d'estalvi. Això no obstant, cal tenir en compte que aquest potencial té la seva base de càlcul en la suma de centenars de milers d'unitats de consum (els habitatges), de manera que l'assoliment d'objectius globals d'eficiència depenen de l'actuació individual de cadascun dels ciutadans.

Per aquest motiu, si bé l'estalvi que s'aconseguiria a gran escala si hi hagués un canvi d'hàbits i s'apliquessin determinades mesures senzilles d'estalvi seria molt significatiu, el desconeixement o la falta d'estímul a petita escala fa que els avenços que s'assoleixen no ajudin a capgirar la tendència d'augment del consum.

Algunes d'aquestes mesures passen per la tria d'aparells electrodomèstics amb un elevat grau d'eficiència energètica, cosa que a mig termini comporta un gran estalvi d'energia i, conseqüentment, una reducció de la despesa econòmica. Per aquest motiu, l'any 1989 la Comissió Europea va crear l'etiqueta energètica, un element d'informació molt important sobre l'eficiència dels aparells elèctrics. Cada grup d'electrodomèstics té la seva pròpia etiqueta. En ella s'indica el model, la classe energètica i els seus valors de consum, capacitat, soroll, etc. Així, es calcula que, aplicant les tecnologies actualment disponibles i apostant pels electrodomèstics eficients, l'estalvi energètic potencial al sector domèstic arribar a situar-se entre el 25% i el 35%.

1.1.3 Disseny de baix consum energètic dels edificis.

A banda d'actuar sobre l'estil de vida dels ciutadans, fomentant l'adopció de bones pràctiques i la incorporació de tecnologies més eficients a les llars -bombetes o electrodomèstics de baix consum-, una part important de la responsabilitat en el consum final recau sobre la configuració dels habitatges i edificis. El model de planejament urbanístic i la situació de les edificacions tenen un paper capital en el balanç energètic dels sistemes urbans i, també, del sector domèstic.

Així, quan es parla de millorar la climatització dels edificis no s'està fent referència només a construir habitatges amb captadors solars, sinó sobretot de dissenyar els espais aplicant una arquitectura que treballi amb el Sol, tant tèrmicament com lluminosament. L'orientació, el volum, les obertures i la distribució són factors que condicionen el consum energètic de qualsevol habitatge, raó per la qual cal aprofitar, en la mesura que això sigui possible, les característiques favorables de l'entorn.

Amb un disseny de baix consum energètic, la utilització de materials de baix impacte ambiental, la instal·lació de sistemes de climatització i ventilació eficients, l'ús de

fonts d'energia renovables, i l'aplicació de noves tecnologies i sistemes de control energètic és possible reduir els requeriments globals d'energia dels edificis, sense que això comporti un encariment del seu preu final. Cal afegir també un bon aïllament de l'habitatge, ja que una llar ben aïllada redueix els costos de calefacció entre un 20% i un 40%. A més, hi disminueixen les necessitats de refrigeració a l'estiu.

1.1.4 Directiva d'eficiència Energètica d'edificis

Aquest elevat potencial d'estalvi energètic a través de les actuacions sobre els edificis, va portar a la Comissió Europea a aprovar l'any 2002 la Directiva d'eficiència Energètica en Edificis, les exigències de la qual van ser aplicables a partir de gener de 2006. La directiva té tres objectius: reduir el consum d'energia, augmentar el rendiment dels sistemes utilitzats i fomentar les energia solar tèrmica i fotovoltaica. En aquest sentit, Espanya ha aprovat una nova reglamentació amb tres línies d'actuació.

La primera, l'elaboració d'un Codi Tècnic d'edificació, que limita la demanda energètica, millora els rendiments dels sistemes i planteja la incorporació de l'energia solar tèrmica per a l'escalfament de l'aigua calenta sanitària, i de l'energia solar fotovoltaica als grans centres consumidors (hotels i hospitals de més de 100 places o llits; centres comercials amb més de 3.000 m² construïts; oficines de més de 4.000 m²; hipermercats de més de 5.000 m² construïts).

La segona, l'aprovació d'un nou Reglament d'instal·lacions Tèrmiques en Edificis, que estableix uns requisits mínims a complir i un pla de revisions per a calderes i aire condicionat. Finalment, el desenvolupament de la Certificació Energètica d'edificis, que classifica els edificis d'acord amb el seu nivell d'eficiència energètica. Cada govern autonòmic i, si es considera oportú, cada agència d'energia local podrà incorporar requisits concrets pel que fa a la certificació energètica, adaptats a les característiques climàtiques de cada indret.

1.1.5 Aïllament tèrmic.

Un edifici mal aïllat necessita més energia per a mantenir la temperatura interior i es refreda més ràpidament quan deixa de produir energia la font de calor. Un aïllament deficient genera ponts tèrmics i pot provocar l'aparició de condensacions.

Per minimitzar els ponts tèrmics la millor solució és donar continuïtat a l'aïllament en les trobades entre forjat i façanes. La col·locació de barreres de vapor a la cara calenta del tancament protegeix de les condensacions intersticials.

Als tancaments on el problema és el sobreescalfament a l'estiu (façanes est i oest i cobertes) és més eficient utilitzar cambres d'aire ventilades que milloren la transmissió tèrmica i faciliten el control energètic. Per aconseguir els efectes de refredament a dins de la cambra d'aire aquesta ha d'estar realment ventilada i assegurar el tiratge tèrmic.

La normativa actual d'aplicació als projectes d'edificació per calcular l'aïllament tèrmic és el DB HE-1 Limitació de la demanda energètica. L'objectiu que pretén és un ús racional de l'energia necessària per a l'ús dels edificis, reduint a límits sostenibles el consum. Segons càlculs previs, pot suposar un estalvi energètic de l'ordre del 15-35% respecte el consum que hi havia amb la normativa anterior, depenen del tipus d'edifici i de la zona geogràfica (dades Escola Superior d'enginyeria de Sevilla).

Aquesta normativa presenta les següents novetats respecte del anterior CT-79:

- Limita la demanda energètica màxima tant en règim d'estiu com d'hivern.
- Defineix una nova classificació climàtica (radiació solar).
- Té en compte les diferents orientacions de les façanes.
- Té en compte l'ús dels edificis.
- Defineix una evolvent tèrmica de l'edifici:
 - Els tancament de l'edifici: façanes (que inclou les obertures), cobertes, forjats, mitjaneres, tancament en contacte amb el terreny).
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics

-Treballa amb els valors límits de transmitàncies tèrmiques (U) de cada element de l'evolvent i del factor solar modificat d'obertures. S'utilitzen noves unitats de càlcul.

Per a cada tipus de zona climàtica, defineix la classificació de les fusteries segons la permeabilitat a l'aire.

Defineix exigències més altes de permeabilitat a l'aire de les fusteries exteriors i lucernaris.

Comprovació de les condensacions (sobretot en materials més porosos com ara la ceràmica, guixos, fusta..) i dels ponts tèrmics.

Té previst treballar amb elements amb inèrcia tèrmica.

És destacable la millora en quan a evitar descompensacions de qualitat tèrmica entre diferents espais. Es calcula el gruix i el material d'aïllament adequat segons l'orientació de les façanes i de la coberta, (fins ara sovint el gruix de l'aïllament era unitari per a tota la pell de l'edifici).

Les limitacions condicionen el disseny i per tant s'ha d'analitzar a l'hora de projectar:

les façanes tindran una transmitància mitjana no superior a $0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$. (en Barcelona centre que es zona climàtica C.)

les cobertes tindran una transmitància mitjana no superior a $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$. (en Barcelona centre que es zona climàtica C.)

Els tancaments d'un espai habitable que sigui mitjanera tindrà una transmitància no superior a $1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

En edificis d'habitatges, les particions interiors que limitin cada unitat d'ús tindran una transmitància no superior a $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Segons el decret d'eficiència es limita el coeficient de transmitància tèrmica als valors següents:

$0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ en les parts massisses de tots els tancaments verticals exteriors.

$3,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ a les obertures de façanes i cobertes (incloent el marc).

1.1.6 Condensacions .

A banda de les pèrdues tèrmiques, la manca d'aïllament pot provocar problemes de condensacions, que tenen lloc quan la temperatura de l'aire baixa fins un nivell igual o inferior al seu punt de rosada: quan l'aire humit i calent troba una superfície freda, baixa la seva temperatura i desprèn, en forma de condensacions, el vapor d'aigua excedent, ja que l'aire fred no pot contenir tant vapor com el calent. Aquesta condensació pot tenir lloc tant a la superfície del tancament com al seu interior (condensació intersticial), molt més perillosa perquè ocasiona el deteriorament dels materials.

Per evitar qualsevol d'aquestes condensacions, és fonamental la ventilació controlada dels locals, que ajuda a dissipar l'excés d'humitat produït per diverses fonts internes (respiració, cuines, banys, etc.) i elimina d'arrel el problema. També és important, però, disposar d'un tancament prou aïllat i sense ponts tèrmics, de manera que la seva cara interior es trobi a una temperatura superficial propera a la de l'ambient.

La col·locació de barreres de vapor a la cara interna dels tancaments, sobretot en ambients d'humitat alta, protegeix de les condensacions intersticials, tot i que no evita les superficials. Entre els materials amb bona resistència al vapor hi ha l'alumini, el polietilè, el polièster, la pintura a l'esmalte i la ceràmica vidrada si és ben rejuntada

1.1.7 Instal·lació solar tèrmica.

1.1.7.1 Introducció.

La funció d'una instal·lació solar tèrmica és captar l'energia provinent del sol i cedir-la a un fluid caloportador per tal d'aprofitar-la.

Els elements bàsics d'una instal·lació solar de baixa temperatura són els captadors o col·lectors solars, l'acumulador, els elements de regulació i control, un sistema de circulació i un sistema de recolzament.

Tradicionalment es classifiquen en subsistemes depenent de la seva funció:

- El subsistema de captació de l'energia solar.
- El subsistema d'emmagatzematge d'energia.

-El subsistema de distribució i control.

Les característiques d'aquests poden variar en funció de l'ús i del tipus de circuits; es tracta normalment de circuits tancats (amb circuits independents i fluids separats), tot i que també existeixen sistemes més senzills, els anomenats de circuit obert (en els quals l'aigua que circula pel captador solar és l'aigua de consum).

1.1.7.2 Subsistema de captació.

El principal element d'un sistema d'aprofitament de l'energia solar tèrmica és el captador solar. La seva funció és captar l'energia continguda en la radiació solar i transferir-la a un fluid a fi d'escalfar-lo.

Qualsevol objecte exposat a la influència del Sol rep energia calorífica i augmenta de temperatura. El gruix d'atmosfera que han de travessar els raigs solars influeix de forma determinant en la valoració de l'energia disponible al nivell del terra, sent variable en funció de la posició relativa de la Terra respecte al Sol al llarg de l'any i del moviment de rotació de la Terra sobre sí mateixa. Igualment important, sinó més, és la determinació de la inclinació del raig solar respecte al pla del terra a un punt específic de l'esfera terràquia en un moment determinat de l'any. El seu coneixement, obtingut mitjançant les relacions geomètriques necessàries, determina la inclinació òptima del pla de captació per tal d'obtenir el màxim de radiació per a un període determinat, o bé considerant el total d'energia anual rebuda. L'angle d'incidència (α) que forma la radiació directa sobre la superfície captadora (mesurat com l'angle entre la línia sol-captador i la perpendicular al captador) influeix decisivament en la quantitat d'energia rebuda. La màxima radiació s'aconsegueix quan $\alpha = 0^\circ$, és a dir, quan la radiació és perpendicular al pla de captació.

Pel que fa a la posició, i a fi de permetre un bon rendiment, els captadors han de ser instal·lats orientats al sol del migdia (a sud a l'hemisferi Nord i a nord a l'hemisferi Sud), tot i que una variació de fins als 20° cap el SE o SO no afecta significativament al valor mitjà de rendiment i pot facilitar la integració del sistema de captació en el conjunt arquitectònic. Quan la desviació es produeix cap al SE el període diari de captació s'avança (una hora per cada 15° de desviació) mentre que si la desviació és cap el SO s'enredereix en la mateixa proporció. En aquest últim cas l'equip té menys pèrdues pel fet de funcionar més temps durant les hores en

que la temperatura ambient és més elevada. És important el control de les ombres projectades sobre el sistema de captació, ja que serà pràcticament inoperant quan el 20% de la superfície de captació es trobi en ombra. En el dia més desfavorable del període d'utilització, l'equip no ha de tenir més del 5% de la superfície útil de captació en ombra. Per aquesta raó, quan se situen fileres inclinades de captadors sobre una superfície horitzontal, és necessari determinar la separació mínima necessària entre elles, de tal forma que, al migdia solar del dia més desfavorable (altura solar mínima) del període d'utilització, l'ombra de l'aresta superior d'una filera es projecti, com a màxim, sobre l'aresta inferior de la filera següent.

En equips d'utilització durant tot l'any o a l'hivern, el dia més desfavorable en l'hemisferi Nord correspon al 21 de desembre. En aquest dia l'altura solar mínima al migdia solar té un valor de:

$$H_{\min} = (90^\circ - \text{Latitud emplaçament}) - 23^\circ.$$

Per a equips d'utilització a l'estiu els dies més desfavorables poden ser el 21 de març o el 21 de setembre. En aquest dies, l'altura solar mínima al migdia solar serà:

$$H_{\min} = (90^\circ - \text{Latitud emplaçament})$$

1.1.7.3 Subsistema d'emmagatzematge.

Donat que, en la majoria d'aplicacions, els moments de major demanda d'energia tèrmica no coincideixen amb els períodes de major captació solar, és imprescindible emmagatzemar l'energia a mesura que és captada per poder-ne disposar en un altre moment. El més habitual és emmagatzemar-la en acumuladors d'aigua, sent aconsellable la utilització d'acumuladors específics per a energia solar.

Els problemes derivats de la corrosió tenen especial rellevància en els dipòsits acumuladors, on hi ha una contínua aportació d'aigua. La qualitat del material utilitzat i la seva resistència a la corrosió determinarà, doncs, la seva vida útil. Els fabricats a base de resines solen ser recomanables, així com els vitrificats amb base de ferro (normalment amb capacitat inferior als 500 litres), sempre que el vitrificat no hagi patit cap cop. També són recomanables els d'acer inoxidable, amb molt bones prestacions tot i presentar un punt feble en les soldadures.

En qualsevol cas, l'acumulador ha d'estar aïllat per minimitzar les seves pèrdues, ja que l'aigua que conté es troba a uns 60 °C; són recomanables gruixos de material aïllant compresos entre els 80 mm i els 150 mm. Els tancs d'acumulació que tenen només 5 cm d'aïllament tenen pèrdues diàries estimades de prop de 2 °C o 3 °C.

En els sistemes solars de circuit tancat, l'intercanvi de calor entre el fluid solar i l'aigua de consum es realitza mitjançant un bescanviador, que pot anar incorporat al propi acumulador. Alguns dipòsits, indicats per a instal·lacions de petita dimensió, incorporen un serpentí calefactor inferior que transmet la calor procedent dels col·lectors a l'aigua i un altre serpentí superior per rescalfar l'aigua mitjançant una caldera convencional, si és necessari. (Veure imatge).

El dimensionament de l'acumulador és un factor decisiu en el disseny d'un equip solar. És recomanable una alçada del dipòsit mínima al doble del seu diàmetre, donada la tendència de l'aigua a estratificar-se per temperatures, variant el nivell tèrmic en sentit vertical. El volum del dipòsit es determina en funció de la superfície de captació i considerant el desfasament que normalment es produeix entre el període de captació i emmagatzematge i el període de consum. Quan el desfasament entre el període de captació i el de consum és inferior a 24 hores (ACS en habitatges, residències, hotels) el volum de l'acumulador és d'uns 50-75 litres per m² de captador, mentre que quan el desfasament se situa entre les 24 i les 72 hores, el volum pot arribar als 75-150 litres/m² de captador. En desfasaments superiors a les 72 hores, com és el cas de residències de cap de setmana, el volum òptim de l'acumulador s'haurà de determinar mitjançant un balanç de pèrdues i guanys energètics. És important, en aquests casos, optimitzar l'aïllament de l'acumulador.

A títol d'exemple, en instal·lacions d'aigua calenta sanitària és habitual que el dipòsit cobreixi la demanda entre un i dos dies. En tot cas, és fonamental que el volum de l'acumulador estigui ben dimensionat: una acumulació excessiva, que provoca un augment de les pèrdues, pot ser tan poc eficaç com una acumulació insuficient.

No sempre s'utilitza un únic dipòsit; en instal·lacions grans i quan es requereixen nivells de temperatura diferents, es poden utilitzar varis acumuladors connectats en sèrie.

Relacionats amb el subsistema d'acumulació es troben altres elements, com el bescanviador (que pot estar incorporat o no a l'acumulador), la bomba d'impulsió i d'altres elements auxiliars com vàlvules de pas, vàlvules de seguretat, manòmetre, termòmetre, etc.

1.1.7.4 Subsistema de distribució i control.

En una instal·lació solar, la distribució de l'energia als punts de consum és igual a la d'una instal·lació convencional. És a dir, s'han d'incloure elements com vasos d'expansió, per preveure l'efecte de dilatació de l'aigua o sobrepressions dintre dels circuits, purgadors, per eliminar l'aire contingut en les canonades (sobre tot en els punts alts) i vàlvules, de regulació de cabal i de seguretat. S'ha de tenir, en tot cas, especial cura en el disseny de les canonades, per tal de minimitzar les pèrdues energètiques: limitar la seva longitud, aïllar-les, preveure junts de dilatació, etc. En les instal·lacions d'A.C.S. és aconsellable incorporar circuits de retorn de l'aigua calenta, ja que suposen un estalvi d'aigua i energia al facilitar aigua calenta immediata a l'obri l'aixeta en el punt de consum.

Gairebé totes les instal·lacions d'energia solar tèrmica necessiten un sistema de recolzament energètic convencional, sent les característiques de la demanda les que determinen el tipus idoni a utilitzar. En tots els casos és necessària la incorporació d'un sistema de control adequat que gestioni correctament la instal·lació i minimitzi l'aportació del sistema de recolzament. És recomanable que els equips de control siguin senzills, amb un grau d'automatització suficient per evitar la supervisió constant de l'usuari. Les sondes de temperatura a l'acumulador i a la sortida dels captadors són indispensables per posar en marxa les bombes de circulació del fluid caloportador i per activar el subministrament energètic de recolzament en cas de necessitat. Els equips més sofisticats donen informació sobre l'estat general de la instal·lació, podent gestionar el seu funcionament a distància i sent capaços d'alertar sobre possibles problemes de sobreescalfament, pèrdues, etc.

1.2 Antecedents.

La empresa d'agroquímics CODA, ubicada en Almcelles en el kilòmetre 110 de la carretera N-240, té previst ampliar una nau industrial destinada a oficines.

La zona antiga (la nau actual) i la zona nova (ampliació) quedaran totalment sectoritzades i diferenciades. Existirà entre elles una connexió d'accés mitjançant una porta ubicada en la paret interior que les delimitarà. Cada zona tindrà les seves pròpies instal·lacions.

La edificació en qüestió haurà de ser energèticament eficient, de manera que sigui capaç de generar part de l'energia consumida mitjançant captadors solars tèrmics. Per tal d'aconseguir-ho es tindran en compte factors importants com poden ser els materials i gruixos dels tancaments, així com la correcta elecció del sistema de climatització.

1.3 Objectius.

L'objectiu del projecte és el disseny de la instal·lació de climatització (calefacció, refrigeració i ventilació), així com el disseny de la instal·lació solar tèrmica per la producció d'aigua calenta sanitària i calefacció.

Es duran a terme els càlculs de les càrregues tèrmiques, tant per refrigeració com per calefacció. Es confeccionarà el disseny de les instal·lacions citades anteriorment.

El conjunt de les instal·lacions de climatització es descriuran i es justificaran mitjançant plànols i càlculs justificatius.

Es comprovarà la generació de condensacions intersticials i superficials, i si l'envolvent tèrmica satisfà els valors màxims de transmissió tèrmica, tal com s'especifica en el DB-HE del Codi Tècnic de l'Edificació.

1.4 Anàlisi de requeriments.

El sistema de climatització ha de satisfer l'ambient tèrmic en totes les sales climatitzades ubicades en l'ampliació de la nau industrial, aprofitant l'energia tèrmica generada per una instal·lació solar tèrmica.

Els tancaments de l'edificació no podran superar els valors màxims de transmitància tèrmica establerts en el DB-HE del Codi Tècnic de l'Edificació.

Es parteix d'uns plànols de l'edifici (incloent les finestres). Els tancaments de la nau (parets exteriors, forjats i paviments) estan establerts des d'un començament.

1.5 Anàlisi d'alternatives

Un dels principals objectius del projecte és dissenyar una instal·lació de calefacció que sigui compatible amb l'ús de l'energia solar. L'augment del preu dels carburants fa que l'energia solar tèrmica jugui un paper fonamental.

1.5.1 Calefacció solar

L'aprofitament de la radiació solar per a la calefacció es pot realitzar mitjançant captadors solars. Tanmateix, la calefacció d'un habitatge amb energia solar presenta unes peculiaritats que fan que, tot i ser tècnicament possible, requereix d'un anàlisi més complex que l'aplicació per produir aigua calenta sanitària.

L'equip solar es dimensiona sempre tenint en compte unes necessitats energètiques mitjanes, es a dir, les puntes de demanda s'hauran de cobrir amb un sistema de suport convencional.

En el cas de la calefacció, és molt important precisar quin tipus de captadors solars s'utilitzaran per tal d'escollir el sistema òptim de transmissió de calor al interior. Així, si s'utilitzen captadors solars plans, com que els radiadors normalment emprats per a calefacció estan dissenyats per a ser alimentats amb aigua a 80-90°C, l'aigua que circula pels captadors plans no pot ser utilitzada per aquest tipus d'elements. Per tant, cal emprar altres sistemes

calefactores capaces de funcionar a temperatures inferiors a 50°C, que és el nivell tèrmic que permet al captador pla d'aigua treballar amb un rendiment superior.

1.5.2 Terra radiant

Es tracta del tipus d'emissor més adequat i més recomanable per a l'energia solar. Pot suposar un estalvi energètic d'un 15% a un 20% en habitatges i fins d'un 30% en hotels. És, alhora, un tipus de calefacció que dona unes condicions de confort molt bones per a tot tipus de local, al mateix temps que és especialment indicat per a grans espais de sostres alts, tradicionalment difícils d'escalfar. És un sistema molt adient per aconseguir una distribució uniforme de la calor.

Es basa en la circulació d'aigua per una instal·lació tubular realitzada per sota del paviment, la temperatura de la qual sol oscil·lar entre els 28 °C i els 40 °C. La temperatura del terra queda, així, limitada a prop dels 25 - 30 °C. S'ha de considerar també la contribució de la capacitat d'emmagatzematge de la calor al terra; en aquest sentit és recomanable un material d'elevada inèrcia tèrmica, com el terratzo, especialment en els casos en els que es doni una ocupació continua del local. El fet de comptar amb una instal·lació de calefacció solar tèrmica, que no implica despesa energètica de consum, permet tenir l'habitatge o el local sempre en bones condicions de confort, àdhuc en el cas de períodes de baixa ocupació. Tanmateix, en els terres radiants amb un sistema energètic convencional i previsió d'ús discontinu, podria ser recomanable una inèrcia tèrmica baixa del paviment, donat que és necessari un escalfament ràpid del local.

1.5.3 Radiadors

Un radiador convencional no és apte per una instal·lació de calefacció solar tèrmica donat que es un sistema d'alta temperatura (uns 80°C). Existeixen, però, radiadors sobredimensionats que tenen una superfície més gran que els convencionals per tal de poder cedir la mateixa quantitat de calor treballant a menor temperatura.

1.5.4 Fan-coils.

Un 'fan-coil' consta d'un grup de tubs aletejats pels quals circula aigua calenta i que és travessat per un corrent d'aire que s'escalfa i es distribueix a l'ambient que es vol condicionar.

Si s'utilitzen captadors solars de buit, degut a que treballen a temperatures més altes, ens pot permetre utilitzar un sistema de calefacció per radiadors convencional. Fet que ens és de molta utilitat en els casos en que es tracti d'una instal·lació de calefacció ja muntada.

1.5.5 Refrigeració solar

Encara que la refrigeració solar és possible (amb màquines d'absorció), es necessita una temperatura superior als 80°C per aconseguir el procés. Per obtenir aquestes temperatures s'ha de disposar de captadors solars específics. Normalment els captadors utilitzats són els de tub de buit o els CPC, on uns reflectors cilindroparabòlics concentren la radiació solar sobre l'absorbidor.

1.5.6 Refrigeració per aire.

Es tracta d'un sistema que utilitza equips de refrigeració (unitats interiors i exteriors) per tractar l'aire i distribuir-lo mitjançant conductes. Es pot utilitzar la mateixa instal·lació per generar les renovacions d'aire necessàries sense necessitat de dissenyar una instal·lació independent de ventilació.

1.6 Descripció de les instal·lacions

1.6.1 Descripció de l'ampliació de la nau industrial.

1.6.1.1 Descripció arquitectònica general.

La ampliació de la nau industrial en projecte s'annexarà a la nau existent per la cara Nord-est. L'accés a la mateixa es durà a terme des de la zona antiga (nau actual), mitjançant la porta ubicada en la paret interior que delimita les dues zones. No hi haurà possibilitat d'accedir directament del exterior.

La nova zona de la nau disposarà de dues plantes comunicades per una escala i un ascensor. Es disposarà la següent distribució i superfícies:

Sala	Superfície Construïda [m²]	Superfície útil [m²]
Recepció	115,68	97,98
Sala instal·lacions	22,14	21,3
Magatzem	13,1	12,3
Despatx_2	31	29,8
Despatx_3	34,1	33,3
Sala reunions	89,3	84,9
Servei_1	29,9	28,4
Servei_2	28,7	27,2
Servei_3	11,2	10,64

**Taula 1.1. Superfícies útils i construïdes
de planta baixa.**

Sala	Superfície Construïda [m²]	Superfície útil [m²]
Recepció	115,68	97,98
Despatx_5	36,73	35,9
Despatx_6	31	29,8
Despatx_7	34,1	33,3
Sala reunions	89,3	84,9
Servei_4	29,9	28,4
Servei_5	28,7	27,2
Servei_6	11,2	10,64

**Taula 1.2. Superfícies útils i construïdes
de planta primera.**

Cada planta disposarà d'una alçada lliure de 2,5 metres. Es disposarà falç sostre en totes les dependències, deixant un espai vertical de 0,5 metres per tal de poder passar les instal·lacions pertinents.

1.6.1.2 Descripció dels tancaments.

- Façanes:

En la figura 1.1 es mostren els diferents materials que componen la paret exterior de l'ampliació de la nau industrial. La taula 1.3 mostra la composició, espessor i conductivitat tèrmiques dels elements de la paret exterior.

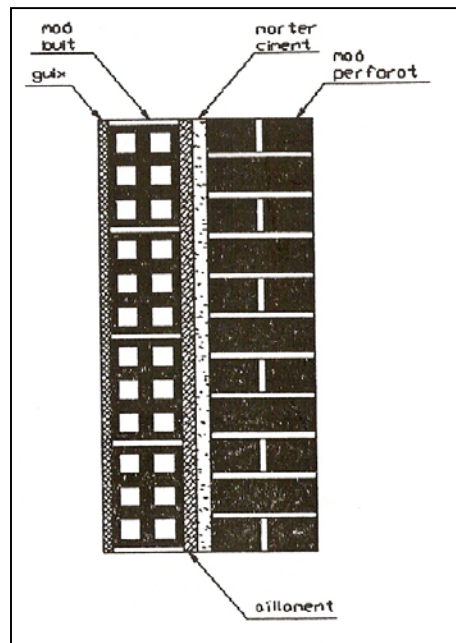


Figura 1.1. Secció de la paret exterior.

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica[w/m°C]
Guix	0,015	0,3
Totxo buit	0,1	0,49
poliuretà	0,08	0,023
Morter	0,02	1,4
Totxo perforat	0,15	0,76

Taula 1.3 . Espessor i conductivitat tèrmica dels elements que formen les façanes

- Parets interiors.

Les parets interiors de l'edificació son panells formats per plaques de Pladur del tipus N, amb una planxa de llana de vidre de 75 kg/m^3 (40 mm. d'espessor). La resistència tèrmica del conjunt és de $1,26 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

- Forjat (amb terra radiant):

El forjat que separa la planta baixa de la primera es troba format per un terra radiant (Figura 1.2) superposat en un forjat (Figura 1.3). La taula 1.4 mostra la composició, espessor i conductivitat tèrmiques dels elements del forjat.

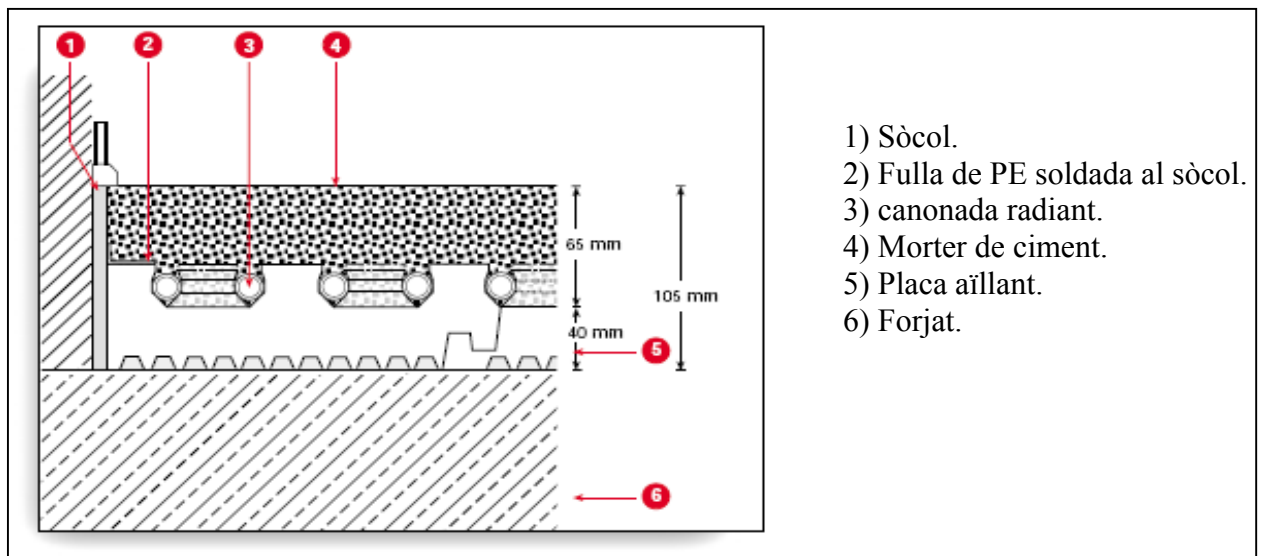


Figura 1.2. Secció del terra radiant



Figura 1.3. Secció del forjat sense terra radiant

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica [w/m°C]
Terratzo	0,015	1,3
Morter de ciment (1250<d<1450) +tubs	0,065	0,7
Poliuretà	0,04	0,023
Formigó lleuger	0,04	0,33
Bovedilla formigó	0,2	0,16
Guix	0,015	0,30

Taula 1.4 . Espessor y conductivitat tèrmica dels elements que formen el forjat amb terra radiant.

- Solera planta baixa:

La solera de planta baixa estarà formada per una capa de formigó de 40 cm. En les sales calefactades de planta baixa s'instal·larà el terra radiant (figura 1.4) per sobre de la llosa de formigó. En les sales on no hi ha terra radiant es disposarà una capa d'aïllament de poliuretà de 50 mm.

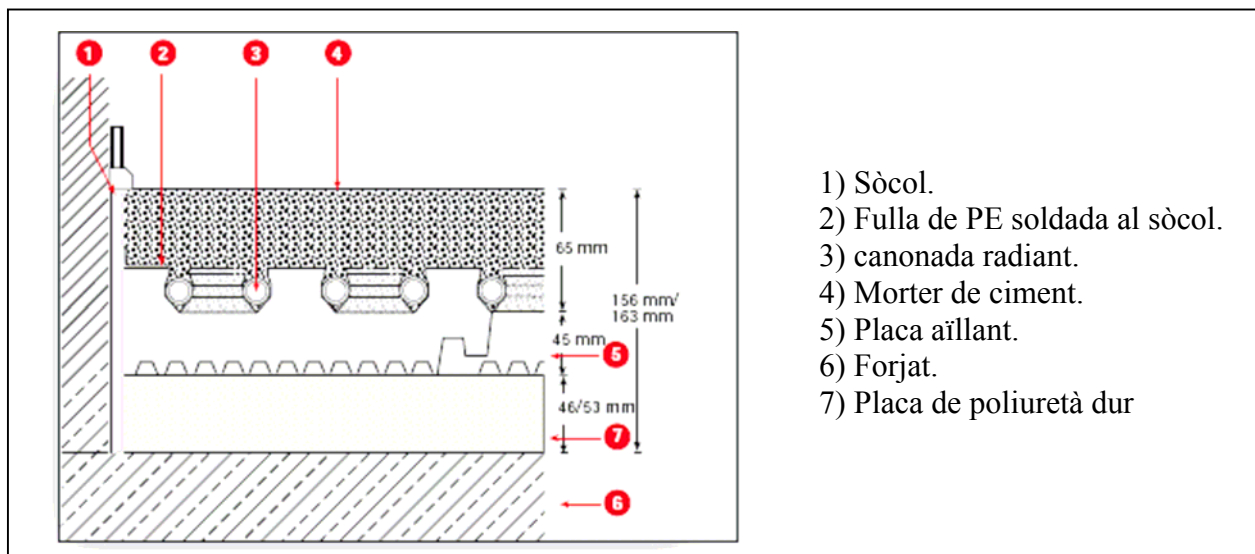


Figura 1.4. Secció del terra radiant de planta baixa.

- Coberta:

La coberta plana es troba formada per una secció tal i com es mostra en la figura 1.5 . La taula 1.5 mostra la composició, espessor i conductivitats tèrmiques dels elements que la formen.

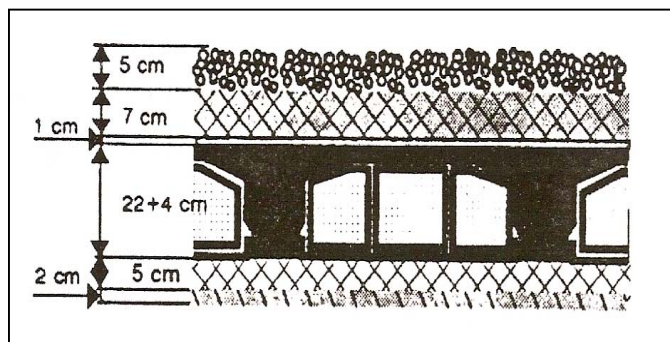


Figura 1.5. Secció de la coberta

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica [w/m°C]
Grava	0,015	1,3
Poliuretà projectat	0,065	0,41
impermeabilitzant	0,04	0,023
Bovedilla formigó	0,04	0,33
Formigó lleuger	0,2	0,16
Guix	0,015	0,30

Taula 1.5 Espessor i conductivitat tèrmica dels elements que formen la coberta.

-Portes i finestres:

Les portes interiors de la zona ampliada de la nau industrial estan fetes de fusta i tenen una resistència tèrmica de $0,5 \text{ [m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W]}$. Les portes metàl·liques de l'ascensor tenen una resistència tèrmica de $0,26 \text{ [m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W]}$.

Totes les finestres de l'edificació disposaran de les mateixes característiques:

- El marc de la finestra serà amb ruptura de pont tèrmic superior a 12 mm, amb una resistència tèrmica de **0,285** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].
- El vidre de la finestra serà del tipus HOR_DBI_4-12-331, amb una resistència tèrmica de **0,384** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

-Ponts tèrmics:

1) Pilars de façana:

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica[w/m°C]
Totxo perforat	0,15	0,76
Pilar de formigó	0,3	2,3
Guix	0,015	0,3

Taula 1.6. Espessor i conductivitat tèrmica del pont tèrmic (1).

2) Contorn de forats.

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica[w/m°C]
Totxo perforat	0,35	0,76
Guix	0,015	0,3

Taula 1.7. Espessor i conductivitat tèrmica del pont tèrmic (2)

3) Caixa de persianes.

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica[w/m°C]
Totxo perforat	0,125	0,76
Poliuretà projectat	0,02	0,023
Càmera d'aire	0,2	-----
Tapa (amb poliuretà)	0,02	0,023

Taula 1.8. Espessor i conductivitat tèrmica del pont tèrmic (3).

1.6.2 Introducció a les instal·lacions de climatització.

El principi d'una bona climatització comença amb un bon disseny dels tancaments de l'edificació. És per això que el Codi Tècnic de l'edificació, en el seu document (DB-HE), ens limita la transmitància tèrmica dels tancaments.

La climatització comporta assolir en qualsevol època de l'any les condicions de confort en totes les sales que es pretén climatitzar. Per aconseguir aquest objectiu, a part d'augmentar la temperatura ambient durant els mesos d'hivern i rebaixar-la durant els mesos d'estiu, també serà necessari assolir un cert nivell de renovacions d'aire de manera que es pugui evitar l'aire viciat dels espais tancats. S'hauran de dur a terme les següents accions:

1) Augmentar la temperatura ambient:

S'aconseguirà mitjançant un instal·lació de sòl radiant per aigua, la qual permetrà cobrir la demanda calorífica dels mesos d'hivern.

2) Disminuir la temperatura ambient:

S'aconseguirà mitjançant una instal·lació d'aire per conductes, on les unitat interiors refredaran l'aire d'impulsió.

3) Efectuar les renovacions pertinents en cada sala:

es durà a terme amb la mateixa instal·lació d'aire que s'utilitzarà per aportar fred a les sales. En els mesos d'hivern la instal·lació d'aire funcionarà sota les mateixes condicions de cabal d'aire que a l'estiu, però sense produir fred.

Per realitzar la renovació d'aire, s'agafarà aire de l'exterior i es barrejarà amb el retorn d'aire de la instal·lació (25% d'aire exterior + 75% d'aire de retorn). Aquests percentatges de barreja ens asseguren l'aire exterior mínim que s'ha d'introduir en cada sala.

Les sales de magatzem i instal·lacions no disposaran de calefacció, donat que es consideren amb una ocupació nul·la. Si que disposaran de ventilació, i conseqüentment, de refrigeració.

1.6.2.1 Càrregues tèrmiques.

Les càrregues tèrmiques d'una edificació són un dels factors més importants a l'hora de dissenyar una instal·lació de climatització, ja que marquen la quantitat d'escalfor per unitat de temps que l'edifici transmet cap a l'exterior a l'hivern, i la quantitat d'escalfor per unitat de temps que l'edifici absorbeix de l'exterior a l'estiu. Caldrà diferenciar les càrregues tèrmiques a l'estiu i a l'hivern.

La primera feina a l'hora de fer una estimació de càrregues tèrmiques de qualsevol tipus és l'estudi previ del local que es vol condicionar. Això serà vital per tal de dimensionar correctament els equips. Per tal de saber les necessitats reals de la maquinària a instal·lar caldrà fer una estimació de la càrrega tenint en compte tots els factors que hi estiguin implicats, dins d'uns paràmetres de confort preestablerts.

Els aspectes físics bàsics a considerar a l'estudi de la càrrega tèrmica són principalment l'orientació de l'edifici, l'ús del local i les característiques geomètriques i físiques, així com informació de l'espai per col·locar les instal·lacions i les possibles interferències amb d'altres equips.

Per tal de fer-ho, i depenent de si es vol calefactar o refrigerar, es necessitaran paràmetres com són les temperatures exteriors, radiacions solars, situacions i hàbits interns dels recintes, etc., que s'extrauran normalment de dades oficials meteorològiques i de l'estudi de l'ús que se'n farà del local.

En el cas que es presenta i com a criteri general, la calefacció es calcularà en les hores més desfavorables, és a dir, les nocturnes, amb absència de radiació solar i sense tenir en compte càrregues internes que poguessin fer disminuir la demanda de calor total. En el cas de refrigeració, lògicament s'escollirà un dia d'estiu, en principi al mes d'agost, durant el dia, on les temperatures exteriors i la radiació sigui màximes, i a més es valoraran les càrregues internes del local.

En el cas de les condicions internes de confort, tant per estiu com per hivern, es seguiran les recomanacions establertes i tabulades en la majoria de publicacions tècniques referents a climatització, així com prioritàriament al RITE. Segons aquest reglament, la temperatura interior de l'hivern ha d'oscil·lar entre els 20 i les 23 °C, i a l'estiu entre els 23 i els

25°C. El càlcul de la càrrega real de refrigeració dependrà, a més a més dels factors exposats anteriorment, de la temperatura interior, les hores diàries de funcionament del sistema o a la exposició de radiació solar.

- Guanys exteriors

Els guanys tèrmics exteriors són principalment:

- La radiació solar que arriba a l'edifici, considerant tots els factors que l'afecten, com són l'orientació, l'altitud, instal·lació de persianes, tipus de vidre, etc..
- Transmissió de calor a través dels tancaments exteriors de l'edifici.

- Infiltracions i ventilació

Es tindrà en compte les infiltracions d'aire a través de finestres, portes, reixes, etc..., sempre que siguin importants dins el global de l'edifici. Aquesta entrada d'aire de

l'exterior, si fos important, s'hauria de considerar a l'hora de fer els càlculs i s'hauria d'intentar minimitzar perquè resulta molt molest i un cost innecessari per a la instal·lació.

Un factor però que serà importantíssim és la ventilació necessària de la que s'haurà de dotar a l'edificació i que afectarà en gran mesura els sistema de climatització. La renovació amb aire exterior és necessària per la supressió de males olors i ambients viciats serà contemplada en aquest projecte i considerada com a part essencial per a un correcte sistema de climatització.

- Guanys interiors

Els guanys interiors són les quantitats de calor latent i sensible, és a dir, d'humitat i de potència tèrmica que es produeixen en el interior dels recintes condicionats, emeses per tot el que hi està en un precís moment. Aquests només es consideraran en l'apartat de refrigeració. Els guanys són:

- Guanys deguts als usuaris, ja que els cos humà produeix calor i al transpirar s'emet vapor d'aigua a l'ambient.
- Guanys deguts a l'enllumenat existent al local, que només emetrà lògicament calor sensible i no pas humitat.

- Guanys deguts a les màquines (ordinadors,).

Les càrregues tèrmiques de l'ampliació de la nau industrial en projecte es resumeixen a continuació:

- Càrregues tèrmiques a l'hivern en planta baixa : 21.211 W.
- Càrregues tèrmiques a l'hivern en planta primera : 26.426 W.
- Càrregues tèrmiques totals a l'hivern : **47.637 W.**
- Càrregues tèrmiques a l'estiu en planta baixa son de : 35.876 W.
- Càrregues tèrmiques a l'estiu en planta primera son de : 38.351 W.
- Càrregues tèrmiques totals a l'estiu son de : **74.227 W.**

1.6.3 Descripció de la instal·lació de calefacció.

1.6.3.1 Introducció.

L'ampliació de la nau industrial estarà calefactada mitjançant una instal·lació de terra radiant per aigua. El funcionament de la mateixa es basa en aportar energia tèrmica a un fluid caloportador i dissipar-la posteriorment en la zona interior del local a calefactar, aconseguint una emissió d'energia tèrmica i produint d'aquesta manera un augment de la temperatura interior del local.

Es disposarà d'un circuit tancat on el fluid caloportador (aigua amb additius) absorbirà l'energia calorífica produïda per una instal·lació solar tèrmica (amb recolzament de caldera) i la dissiparà dintre del local a calefactar.

L'aigua s'impulsarà pels diferents circuits a una temperatura de 44°C i es dimensionarà la instal·lació per a un salt tèrmic de 8°C. Aquest salt de temperatura del fluid caloportador és la conseqüència de la dissipació d'energia. El control del cabal que circularà pels circuits serà molt important per un bon funcionament.

La regulació del terra radiant es durà a terme amb la variació de la temperatura d'impulsió dels diferents circuits en funció de la demanda tèrmica. Aquesta variació de

temperatura es realitzarà barrejant l'aigua d'impulsió amb l'aigua de retorn, utilitzant una vàlvula de tres vies.

1.6.3.2 Elements i característiques del terra radiant.

- La canonada instal·lada en el terra radiant estarà composta per polibutílen del tipus DP 4135, fabricada amb materials d'alta flexibilitat y estabilitat tèrmica. Les dimensions seran de 16 x 2 mm. La seva col·locació es durà a terme fent circular aigua a 90°C per tal de poder corbar-la sense provocar cap mena de fissura. Les canonades aniran encastades directament en l'aïllament, i per sobre d'una capa de PE.

- S'utilitzarà aïllament de poliuretà, constituït per una capa de 40 cm en el cas de situar-se en un forjat ubicat entre dues sales calefactades. El terra radiant instal·lat en la solera de planta baixa disposarà d'un gruix de 45 mil·límetres.

- La junta perifèrica estarà composta per una tira de Polietilè de 8mm. d'espessor i 120 mm. d'alçada. Es col·locarà al peu de totes les parets en contacte amb el sistema de calefacció amb la finalitat de permetre absorbir la dilatació del ciment sense provocar fissures. Es calcula una dilatació de d'un mil·límetre cada cinc metres per una variació de temperatura del sòl de 15 °C.

- El morter de ciment per recobrir la canonada formarà una capa de 65 mm de gruix. Disposarà d'un additiu de dilatació per tal de millorar l'elasticitat, la capacitat de ser compactat i la difusió tèrmica a través de la capa de ciment.

- Els col·lectors de distribució, fets de llautó amb vàlvules de reglatge, purgadors automàtics, connexions per a cada circuit, dues fixacions antivibració, i aixeta de buidat. Es situaran en les zones que es pretenen equipar amb els circuits d'impulsió i retorn, protegits de les radiacions solars per protegir el tub que arriba al peu dels col·lectors. Es disposaran en un armari especial integrat dintre de la paret.

- La centraleta de regulació actuarà sobre una vàlvula de tres vies que barrejarà l'aigua d'impulsió i retorn per tal d'obtenir la temperatura adient en funció de la demanda tèrmica de la sala.

- L'additiu de l'aigua és un producte químic indispensable destinat a la protecció de les canonades contra corrosions i residus. En les següents figures es mostra esquemàticament les seccions del terra radiant utilitzat.

a) terra radiant ubicat entre dues sales calefactades.

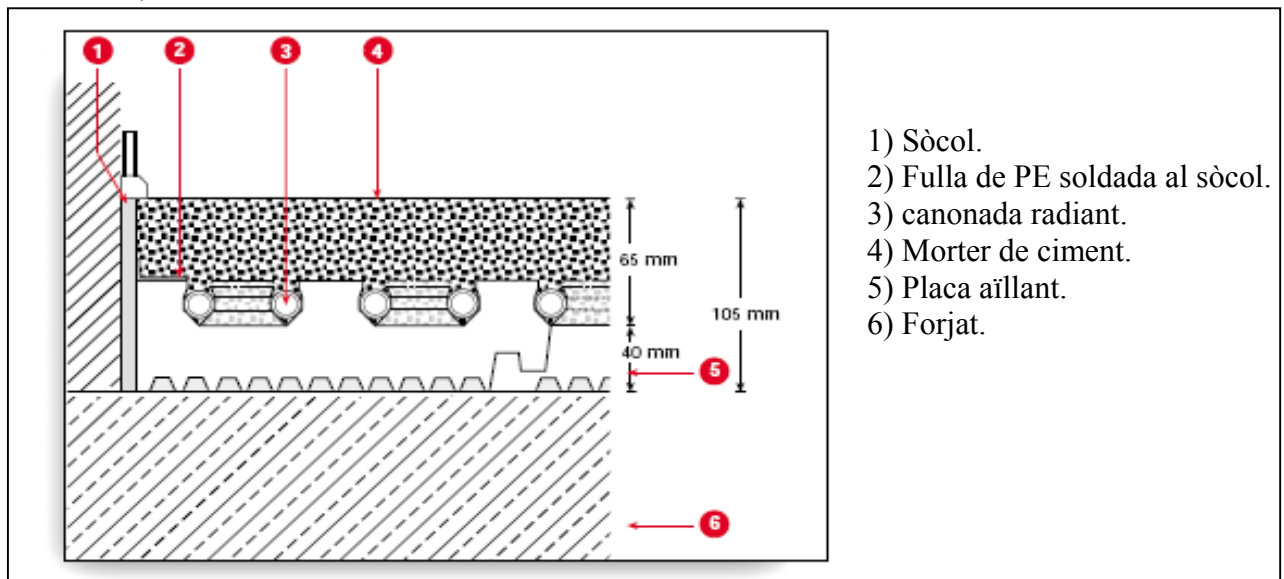


Figura 1.6. Secció del terra radiant.

a) Terra radiant per soleres en contacte directe amb el terreny.

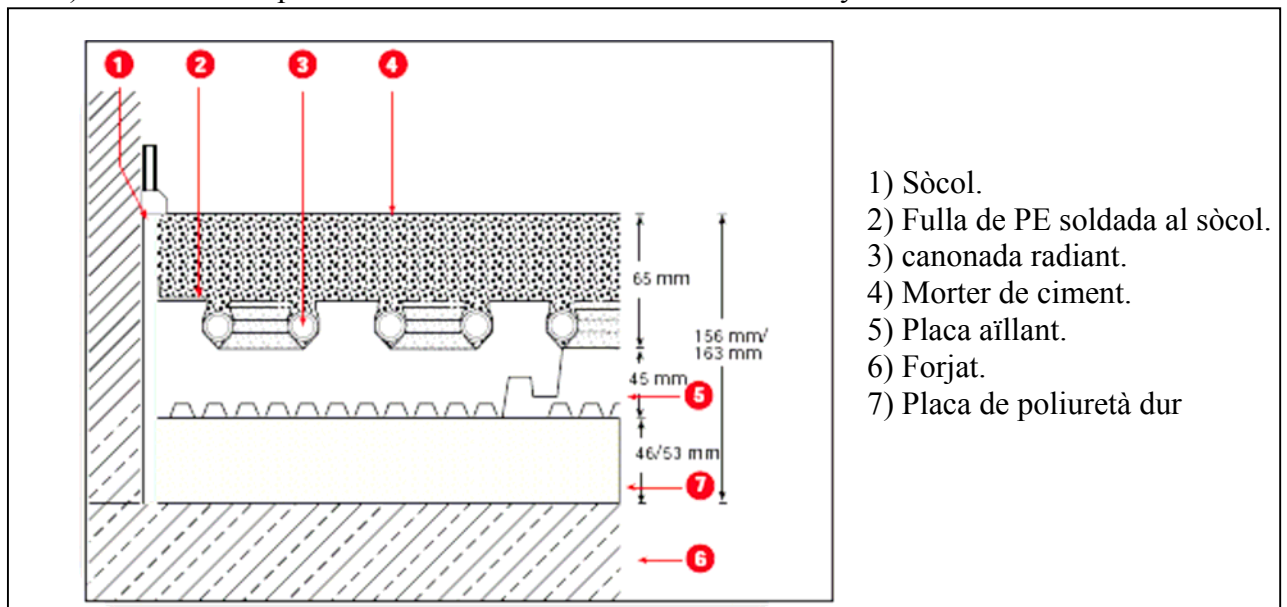


Figura 1.7. Secció del terra radiant en planta baixa.

Cada sala de l'ampliació de la nau industrial disposarà d'un col·lector de distribució, a partir del qual partiran els diferents circuits d'aigua calenta que produiran l'emissió d'escalfor en el interior de la sala.



Figura 1.8. Col·lector de distribució.

Els tres serveis ubicats en cada planta disposaran del mateix col·lector distribuïdor. En les sales no calefactades (magatzem i sala d'instal·lacions) no s'instal·larà terra radiant.

En la taula 1.9 es mostren el nombre de circuits que parteixen de cada col·lector de la planta baixa, així com les superfícies que cobreixen, les distàncies entre canonades i la potència tèrmica que subministren.

Sala	Col·lector	nº Circuits	Pas [mm]	Superfície Coberta[m ²]	Demanda màxima calorífica[w]	Energia màxima Aportada[w]
Despatx_2	CD-1	2	150	29,8	2637	2801
Despatx_3	CD-2	2	150	33,5	2933	3149
Sala reunions	CD-3	5	200	84,9	6010	6961
Servei_1	CD-4	3	300	24,7	1445	1506
Servei_2			250	23,44	1598	1640
Servei_3			200	10	741	820
Recepció	CD-5	3	300	97,98	5847	5976

Taula 1.9. Circuits radiants i energia produïda en planta baixa.

En la taula 1.10 es mostren el nombre de circuits que parteixen de cada col·lector de la planta primera, així com les superfícies que cobreixen, les distàncies entre canonades i la potència tèrmica que subministren.

Sala	Col·lector	nº Circuits	Pas [mm]	Superfície Coberta[m ²]	Demanda màxima calorífica[w]	Energia màxima Aportada[w]
Despatx_5	CD-6	2	150	35,9	3003	3374
Despatx_6	CD-7	2	150	29,8	2547	2801
Despatx_7	CD-8	2	150	33,5	2996	3149
Sala reunions_2	CD-9	5	200	84,9	6725	6961
Servei_4	CD-10	3	250	24,7	1714	1729
Servei_5			200	23,44	1813	1922
Servei_6			200	10	745	820
Recepció	CD-11	5	200	97,98	6883	8034

Taula 1.10. Circuits radiants i energia produïda en planta primera.

La potència tèrmica produïda pel terra radiant no serà constant. Dependrà de la demanda existent en cada moment. En funció de la temperatura interior del local, el terra radiant aportarà més o menys potència tèrmica variant la temperatura d'impulsió de l'aigua de les canonades.

En la següents taules es mostren els cabals i les longituds dels circuits radiants.

Col·lector	Circuits	Cabal[m^3 / h]	Longitud[m]
CD-1	c-1	0,326	83
	c-2	0,326	82
CD-2	c-1	0,367	108
	c-2	0,367	99
CD-3	c-1	0,820	114
	c-2	0,820	110
	c-3	0,820	89
	c-4	0,820	110
	c-5	0,820	110
CD-4	c-1	0,182	87
	c-2	0,195	99
	c-3	0,096	50
CD-5	c-1	0,723	118
	c-2	0,723	116
	c-3	0,723	111

**Taula 1.11 característiques dels circuit
de planta baixa.**

Col·lector	Circuits	Cabal[m^3 / h]	Longitud[m]
CD-6	c-1	0,401	113
	c-2	0,401	113
CD-7	c-1	0,323	82
	c-2	0,323	83
CD-8	c-1	0,363	115
	c-2	0,363	94
CD-9	c-1	0,810	114
	c-2	0,810	110
	c-3	0,810	89
	c-4	0,810	110
	c-5	0,810	110
CD-10	c-1	0,203	105
	c-2	0,223	118
	c-3	0,095	50
CD-11	c-1	0,935	110
	c-2	0,935	109
	c-3	0,935	75
	c-4	0,935	85
	c-5	0,935	112

**Taula 1.12 característiques dels circuits
de planta primera.**

1.6.3.3 Descripció i funcionament dels circuits de distribució d'aigua del sòl radiant.

La distribució de l'aigua als diferents circuits de les diverses sales es durà a terme mitjançant un circuit tancat.

L'aigua s'escalfarà inicialment en un inter-acumulador solar del tipus MV-1500-SB. Posteriorment fluirà cap a la caldera de baixa temperatura ADINOX BT-100, amb l'objectiu d'assolir definitivament la temperatura d'impulsió desitjada (44°C).

La sortida de caldera connectarà amb el circuit principal d'impulsió per portar l'aigua cap al col·lector principal d'impulsió (CPI), el qual recollirà el fluid caloportador i permetrà la distribució cap als 11 circuits secundaris d'impulsió disposats.

Cada circuit secundari alimentarà un col·lector d'impulsió secundari que distribuirà l'aigua entre els circuits establerts per calefactar la sala pertinent. Just abans d'arribar al col·lector d'impulsió esmentat, el fluid caloportador es trobarà amb una vàlvula motoritzada de tres vies seguida d'una bomba hidràulica. En funció de la demanda calorífica de la sala, la vàlvula de tres vies barrejarà l'aigua d'impulsió i de retorn per tal d'assolir la temperatura òptima d'entrada als circuits radiants.

La bomba hidràulica disposarà de les següents vàlvules i elements:

En primer lloc ens trobarem amb un filtre per evitar el pas d'impureses. Es disposaran dues vàlvules de bola (abans i després de la bomba) per poder seccionar el tram. A la sortida de la bomba, després de la vàlvula de tall, s'instal·larà una vàlvula de seguretat tarada a 3 bar per impedir sobrepressions del sistema deixant sortir aigua. A continuació es disposarà una vàlvula antiretorn. Hi haurà un manòmetre diferencial que compararà les pressions a l'entrada i sortida de la bomba.

Un cop l'aigua haurà passat per la bomba hidràulica, es dirigirà cap al distribuïdor secundari d'impulsió per tal de fluir per les canonades radiants de la sala, dissipant la calor acumulada prèviament, i generant un salt tèrmic (refredament) de la seva temperatura. Un cop el fluid caloportador haurà cedit la potència tèrmica, es dirigirà cap al col·lector secundari de retorn. Mitjançant el circuit secundari de retorn es conduirà l'aigua cap al col·lector principal de retorn (CPR). Es disposarà un punt de drenatge i un d'entrada d'aigua de xarxa en cada

circuit secundari de retorn. El CPR connectarà amb el circuit principal de retorn, conduint de nou l'aigua al interacumulador. Es disposaran detentors en tots els col·lectors de distribució per tal de regular hidràulicament els circuits pertinents.

1.6.3.4 Bombes hidràuliques.

Cada circuit secundari d'impulsió disposarà d'una bomba hidràulica per tal de proporcionar el cabal desitjat, superant les pèrdues de càrrega disposades.

Circuit secundari	Bomba hidràulica
Col·lector 1	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 2	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 3	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 4	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 5	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 6	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 7	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 8	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 9	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 10	PC-1025 (ROCA)
Col·lector 11	PC-1025 (ROCA)

Taula 1.13. Models de les bombes

La caldera disposarà de la seva pròpia bomba hidràulica amb una pressió màxima de 5 bars. Per tal d'obtenir un bon funcionament de la instal·lació, s'haurà de realitzar un bypass entre l'anada i el retorn de la caldera.

1.6.3.5 Vas d'expansió.

El circuit de distribució d'aigua per terra radiant comptarà amb un vas d'expansió (Salvador Escoda **200 AMR-B90**) que suportarà una pressió de 8 bar sense donar mostres de fugues ni deformacions. Tindrà un coixí pneumàtic ple de nitrogen que estarà separat

físicament del circuit mitjançant una membrana de cautxú. Aquesta s'encarregarà d'absorbir les diferències de volum de l'aigua per efecte de dilatacions d'aquest fluid.

El vas d'expansió estarà situat a l'aspiració de les bombes i no existirà cap element de tall entre les bombes i el vas. No es podrà ubicar en un lloc de la instal·lació influenciat per les radiacions que puguin afectar a la membrana. S'instal·larà de forma que no es pugui acumular aire.

1.6.3.6 Conduccions dels circuits de distribució.

Els circuit primari de distribució estarà format per tub d'acer negre estirat de qualitat DIN 2440 amb un diàmetre de 2". Els onze circuits secundaris de distribució estaran formats per tub d'acer negre estirat de qualitat DIN 2440 amb un diàmetre de 1".

Per les entrades de xarxa i punts de drenatge els tubs seran d'acer negre estirat de qualitat DN 2440 amb un diàmetre de 3/4".

1.6.3.7 Aïllament dels circuits de distribució.

Amb la finalitat de reduir les pèrdues de calor dels circuits fins als punts de climatització, s'aïllaran les conduccions i els equips segons la instrucció tècnica complementària ITE 03.12 (aïllament tèrmic de les instal·lacions). Segons normativa el gruix d'aïllament depèn del diàmetre exterior del tub i de la temperatura del fluid. En el cas de la climatització per sòl radiant la temperatura d'impulsió serà, com a màxim, 44°C.

Segons la taula 1.14 tots els conductes dels circuits de distribució han de portar un aïllament mínim de 20 mm d'espessor.

Fluido interior caliente							
Diámetro exterior (1) mm				Temperatura del fluido (2) °C			
				40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
35	<	D	≤ 35	20	20	30	40
60	<	D	≤ 60	20	30	40	40
90	<	D	≤ 90	30	30	40	50
90	<	D	≤ 140	30	40	50	50
140	<	D		30	40	50	60

Fluido interior frío							
Diámetro exterior (1) mm				Temperatura del fluido (3) °C			
				-20 a -10	-9,9 a 0	0,1 a 10	> 10
35	<	D	≤ 35	40	30	20	20
60	<	D	≤ 60	50	40	30	20
90	<	D	≤ 90	50	40	30	30
90	<	D	≤ 140	60	50	40	30
140	<	D		60	50	40	30

Taula 1.14. Espessor mínim d'aïllament

1.6.3.8 Fluid de la instal·lació.

El líquid de la instal·lació de calefacció per terra radiant és una solució aquosa d'etilenglicol al 30%. El producte utilitzat és l'anticongelant i inhibidor de corrosió Sentinel X500, oferint una protecció contra la formació de gel, formació de calç, corrosió i components microbiològics.

1.6.3.9 Control de la instal·lació.

La demanda calorífica de les diferents sales variarà en funció de les condicions climatològiques. El terra radiant està dissenyat per cobrir les necessitats calorífiques en els cas més desfavorable, i conseqüentment, no haurà d'emetre la màxima potència calorífica constantment. La instal·lació de terra radiant s'ha de regular automàticament per tal d'augmentar o disminuir la potència calorífica en funció de l'augment o disminució de la demanda tèrmica. La temperatura d'impulsió dels circuits radiants variarà en funció de la demanda calorífica. Mitjançant una vàlvula motoritzada de tres vies es produirà una barreja entre l'aigua de retorn dels circuits radiants i l'aigua provinent de la font de calor. Es poden diferenciar dos situacions generals:

- Augment de la demanda calorífica: En aquest cas la temperatura d'impulsió ha d'augmentar. La vàlvula de tres vies reduirà el cabal de l'aigua de retorn i augmentarà el cabal de l'aigua provinent de la font de calor. Com a conseqüència augmentarà la temperatura de la barreja de fluid.
- Decents de la demanda calorífica: En aquest cas la temperatura d'impulsió ha de disminuir. La vàlvula de tres vies reduirà el cabal de l'aigua provinent de la font de calor i augmentarà el cabal de l'aigua de retorn. Com a conseqüència disminuirà la temperatura de la barreja de fluid.

En la situació de màxima demanda calorífica la vàlvula de tres vies tancarà totalment el pas de l'aigua de retorn i tot el cabal d'impulsió serà el provinent de la font de calor.

La regulació del terra radiant es durà a terme mitjançant una centraleta de control **RVA-1** que disposarà de diferents sondes de temperatura per llegir les dades tèrmiques. En funció de les dades obtingudes actuarà sobre la vàlvula de tres vies.

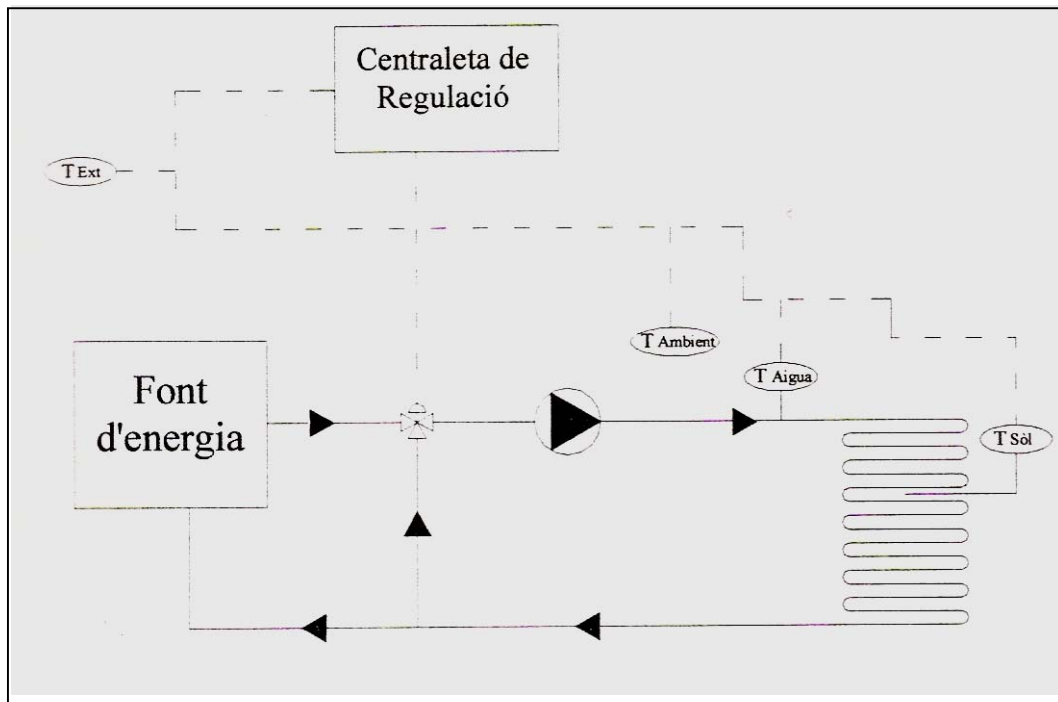


Figura 1.9. sistema de control del terra radiant

1.6.4 Descripció de la instal·lació de refrigeració i ventilació.

1.6.4.1 Funcionament general de la instal·lació.

La instal·lació de ventilació tindrà per objectiu distribuir a cada sala el cabal d'aire necessari per tal de realitzar les renovacions d'aire exigides (IDA 3: 8 l/s per persona). S'aprofitarà la pròpia instal·lació de ventilació per a subministrar la potència frigorífica a les sales refrigerades de l'edificació.

Es disposaran tres circuits de conductes d'aire per cada planta de l'ampliació de la nau. Cada circuit tindrà conductes d'impulsió i retorn amb la finalitat de generar una recirculació de l'aire. Per realitzar les renovacions pertinents, s'introduirà una fracció d'aire exterior, barrejant-lo amb l'aire de retorn.

Funcionará amb un sistema de producció de fred mitjançant una unitat interior i una exterior. La unitat interior anirà intercalada en els conductes amb la finalitat de refrigerar l'aire provinent del retorn i de l'exterior, i d'aquesta manera, impulsar-lo pels difusors de les sales amb les condicions frigorífiques fixades.

L'aire d'entrada a la unitat interior serà una barreja que contindrà un 75% d'aire de recirculació i un 25% d'aire provinent de l'exterior. La unitat interior disposarà d'un ventilador propi que aportarà el cabal necessari, superant totes les pèrdues de càrrega originades.

La sala de màquines i el magatzem no han de disposar necessàriament de refrigeració. Donat que requereixen una certa ventilació, i la instal·lació de refrigeració i ventilació és la mateixa, aquestes sales (sala de màquines i magatzem) també disposaran de refrigeració.

1.6.4.2 Descripció de les unitats de climatització.

S'instal·laran dos models diferents d'unitats de climatització, en funció de la demanda frigorífica que afecti al circuit. Tal i com s'ha especificat anteriorment, cada circuit disposarà d'un equip format per una unitat interior i una unitat exterior, les característiques de les quals són les següents:

a) Model per als circuits 1,3,5

Unitat Exterior	PUHZ_RP6VHA
Unitat Interior	PEAD_RP6EA
Potència frigorífica [Kw]	14
Potència calorífica [Kw]	16
Caudal interior [m3/h]	2750
Pressió Estàtica [Pa]	130
Nivell de soroll [dB]	51
Dimensions [mm]	325x1712x740
Pes [kg]	70

Taula 1.15. Unitats de climatització (1)

b) Model per als circuits 2,4,6

Unitat Exterior	PUHZ_RP5VHA
Unitat Interior	PEAD_RP5EA
Potència frigorífica [Kw]	12,5
Potència calorífica [Kw]	14
Caudal interior [m3/h]	2510
Pressió Estàtica [Pa]	130
Nivell de soroll [dB]	50
Dimensions [mm]	325x1415x740
Pes [kg]	65

Taula 1.16. Unitats de climatització (2)

Cada unitat interior es connectarà amb la seva respectiva unitat exterior mitjançant dos conductes frigorífics (líquid i gas) de 3/8" i 3/4" respectivament aïllats amb coquilla de 30mm d'espessor. Les unitats interiors estaran ubicades en el falç sostre i es distribuïran tal i com s'indica en els plànols 10 i 11. Les unitats exteriors s'instal·laran en la coberta de la nau.

1.6.4.3 Descripció dels circuits de distribució d'aire.

Cada circuit es compondrà principalment per tres elements que permetran la distribució de l'aire per les diferents sales:

- El ventilador (incorporat en la unitat interior).
- Els conductes de distribució d'aire.
- Els difusors i reixetes .

Es produirà una barreja entre l'aire de retorn i l'aire exterior (infiltracions) que s'introduirà en la unitat interior per tal d'absorbir la potència frigorífica necessària. Quan l'aire surti de la unitat interior ja estarà refrigerat per impulsar-lo cap a les diferents sales mitjançant els difusors establerts. L'aire s'introduirà en la sala pertinent i cedirà la potència frigorífica amb l'objectiu de neutralitzar les càrregues tèrmiques generades per assolir les condicions de confort . Finalment, i després d'haver alliberat la potència frigorífica, l'aire es conduirà cap al

conduïda de retorn per tornar a iniciar el cicle, i d'aquesta manera, refrigerar constantment la sala.

Les càrregues tèrmiques produïdes per l'aire introduït de l'exterior (infiltracions) no es consideren pròpies de cada sala, si no que es comptabilitzen per cada circuit.

En les taules següents es mostren les característiques generals dels circuits establerts en planta baixa i planta primera:

Circuit	Unitat interior	Unitat exterior	Cabal Impulsió [m³ / h]	Cabal Recirculació [m³ / h]	Cabal Exterior [m³ / h]
1	PEAD_RP5EA	PUHZ_RP5VHA	2510	1883	627
2	PEAD_RP6EA	PUHZ_RP6VHA	2750	2063	687
3	PEAD_RP5EA	PUHZ_RP5VHA	2510	1883	627

Taula 1.17 Cabals i unitats de climatització dels circuits de planta baixa

Circuit	Unitat interior	Unitat exterior	infiltracions aire exterior[w]	Demanda frigorífica total[W]	Potència frigorífica cedida[W]
1	PEAD_RP5EA	PUHZ_RP5VHA	6431	11541	12500
2	PEAD_RP6EA	PUHZ_RP6VHA	7046	12836	14000
3	PEAD_RP5EA	PUHZ_RP5VHA	6431	11499	12500

Taula 1.18 Càrregues i potències frigorífiques generals dels circuits de planta baixa.

Circuit	Unitat interior	Unitat exterior	Cabal Impulsió [m³ / h]	Cabal Recirculació [m³ / h]	Cabal Exterior [m³ / h]
4	PEAD_RP6EA	PUHZ_RP6VHA	2750	2063	687
5	PEAD_RP5EA	PUHZ_RP5VHA	2510	1883	627
6	PEAD_RP6EA	PUHZ_RP6VHA	2750	2063	687

Taula 1.19 Cabals i unitats de climatització dels circuits de planta primera.

Circuit	Unitat interior	Unitat exterior	infiltracions aire exterior[w]	Demanda frigorífica total[W]	Potència frigorífica cedida[W]
4	PEAD_RP6EA	PUHZ_RP6VHA	7046	13201	14000
5	PEAD_RP5EA	PUHZ_RP5VHA	6431	12000	12500
6	PEAD_RP6EA	PUHZ_RP6VHA	7046	13150	14000

Taula 1.20 Càrregues i potències frigorífiques generals dels circuits de planta primera.

L'ampliació de la nau industrial disposarà d'una demanda frigorífica de **35.876 W** en planta baixa i de **38.351 W** en planta primera. Això suposarà una demanda frigorífica total de **74.227 W** per l'ampliació de la nau industrial.

Les unitats de climatització produiran una potència frigorífica total de **39.000W** en la planta baixa i de **40.500 W** en la planta primera. Això suposarà una potència frigorífica total de **79.500 W**.

Cada circuit ventilarà i refrigerarà una zona determinada de l'ampliació de la nau industrial. L'aire impulsat per la unitat interior tindrà dues funcions:

- a) Funció de refrigeració: aportar la potència frigorífica necessària a la sala.
- b) Funció de ventilació: realitzar les renovacions pertinents introduint aire de l'exterior.

En la següent taula es mostren les sales que dependran de cada circuit, així com els cabals, la demanda frigorífica i la potència frigorífica introduïda en cada sala de la planta baixa.

Circuit	sala	Cabal d'aire introduït en la sala [m ³ /h]	Demanda Frigorífica [W]	Potència frigorífica introduïda en la sala [W]
1	instal·lacions	192	401	464
	magatzem	127	277	307
	despatx_2	869	1774	2101
	despatx_3	971	1995	2348
	Servei_3	351	663	849
2	reunions	2063	4430	5217
	Servei_2	687	1360	1737
3	Recepció	1883	3695	4553
	Servei_1	627	1373	1516

Taula 1.21 Dades de refrigeració dels circuits de planta baixa.

Nota: La demanda frigorífica mostrada en la taula 1.21 és la suma de les càrregues tèrmiques generades en el interior de cada sala. No estan sumades les càrregues tèrmiques de les infiltracions donat que no son pròpies de les sales.

Les càrregues tèrmiques per infiltracions es mostren en la taula 1.18 juntament amb les càrregues tèrmiques totals de cada circuit.

Les càrregues tèrmiques totals de cada circuit mostrades en la taula 1.18 son el resultat de sumar les demandes frigorífiques mostrades a la taula 1.21 i les càrregues per infiltracions de la taula 1.18.

En la següent taula es mostren les sales que dependran de cada circuit, així com les dades de ventilació dels circuits de la planta baixa.

Circuit	sala	Cabal d'aire introduït en la sala [m³/h]	Cabal d'aire exterior introduït en la sala [m³/h]	Cabal d'aire exterior introduït en la sala [l/s]	Cabal mínim de renovació de la sala (IDA 3) [l/s]
1	instal·lacions	192	47,96	13,32	-----
	magatzem	127	31,72	8,81	-----
	despatx_2	869	217,07	60,29	24
	despatx_3	971	242,55	67,37	32
	Servei_3	351	87,68	24,35	8
2	Reunions	2063	515,37	143,15	80
	Servei_2	687	171,62	47,67	32
3	Recepció	1883	470,37	130,65	72
	Servei_1	627	156,62	43,50	32

Taula 1.22. Dades de ventilació dels circuits de planta baixa.

En la següent taula es mostren les sales que dependran de cada circuit, així com els cabals, la demanda frigorífica i la potència frigorífica introduïda en cada sala de la planta primera.

Circuit	sala	Cabal d'aire introduït en la sala [m³/h]	Demanda Frigorífica [W]	Potència frigorífica introduïda en la sala [W]
4	reunions	2063	4708	5217
	Servei_5	687	1447	1737
5	Recepció	1883	4089	4553
	Servei_4	627	1480	1516
6	despatx_5	814	1955	2058
	despatx_6	749	1807	1894
	despatx_7	875	2101	2213
	Servei_6	312	241	789

Taula 1.23. Dades de refrigeració dels circuits de planta primera

Nota: La demanda frigorífica mostrada en la taula 1.23 és la suma de les càrregues tèrmiques generades en el interior de cada sala. No estan sumades les càrregues tèrmiques de les infiltracions donat que no son pròpies de les sales.

Les càrregues tèrmiques per infiltracions es mostren en la taula 1.20, juntament amb les càrregues tèrmiques totals de cada circuit.

Les càrregues tèrmiques totals de cada circuit mostrades en la taula 1.20 son el resultat de sumar les demandes frigorífiques mostrades a la taula 1.23 i les càrregues per infiltracions de la taula 1.20.

En la següent taula es mostren les sales que dependran de cada circuit, així com les dades més significatives de ventilació dels circuits de la planta primera.

Circuit	sala	Cabal introduït en la sala [m3/h]	Cabal exterior introduït en la sala [m3/h]	Cabal exterior introduït en la sala [l/s]	Cabal mínim de renovació de la sala (IDA 3) [l/s]
4	reunions	2063	515,37	143,15	80
	Servei_5	687	171,62	47,67	32
5	Recepció	1883	470,37	130,65	72
	Servei_4	627	156,62	43,50	32
6	despatx_5	814	203,35	56,48	32
	despatx_6	749	187,11	51,97	24
	despatx_7	875	218,59	60,71	32
	Servei_6	312	77,94	21,65	8

Taula 1.24. Dades de ventilació dels circuits de planta primera.

1.6.4.4 Descripció dels elements que formen els circuits.

1.6.4.4.1 Conductes per la distribució de l'aire.

Els conductes utilitzats són del tipus CLIMAVER PLUS R. Es tracta de panells de llana de vidre d'elevada densitat revestits per les dues cares amb alumini. Incorpora un vel de vidre en cada cara del panell per donar-li una major rigidesa. Els panells utilitzats per la fabricació dels conductes presenten les següents dimensions:

- Longitud: 3 metres.
- Amplada: 1,19 metres.

- Espessor: 25 mil·límetres.

Els panells de llana de vidre presenten les següents característiques tècniques:

- Conductivitat tèrmica: $\lambda_D \leq 0,032 \text{ W/(m.K)}$ a 10°C
- Resistència tèrmica: $R \geq 0,75 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ a 10°C
- Reacció contra el foc: M1 (no inflamable; UNE 23.727).
- Rigidesa: Classe R5 (EN 13403).
- Resistència al vapor d'aigua: Valor aproximat, corresponent al revestiment exterior, $\geq 77 \text{ m}^2 \cdot \text{dia. mmHg/g}$ (885 MN.s/g).
- Pèrdues de càrrega: La superfície de revestiment intern presenta una rugositat màxima equivalent a un conducte de xapa galvanitzada.

- Descripció dels conductes de distribució d'aire del circuit 1 (veure plànol 10):

Tram	Longitud [m]	Cabal [m ³ /h]	Dimensió H[m]	Dimensió W[m]	Accidents
A-B	2,5	2510	200	1162	-1Difusor -1Reducció
B-C	3	2318	200	1073	-1Difusor -1Reducció
C-D	2,5	2191	200	1014	-1bifurcació
D-E	3	1840	200	851	-2 Reduccions -1 Difusor
E-F	4	971	200	449	-1 Difusor
G-H	2,5	351	100	325	-1 Difusor
1_2	6	971	200	449	-1 Reixeta -1 Ampliació
2_3	5	1840	200	851	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	8	1883	200	871	-1 Reixeta -1 Colze
E_E'	1,5	627	-----	-----	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 1.25. Conductes d'aire del circuit 1

El tram per on s'introdueix l'aire exterior (E-E') és un conducte circular helicoïdal en xapa d'acer galvanitzat de 0,5mm. d'espessor de 25mm. de diàmetre.

- Descripció dels conductes de distribució d'aire del circuit 2 (veure plànol 10):

Tram	Longitud [m]	Cabal [m³/h]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	accidents
A-B	4	2750	200	1270	-1Difusor -1Reducció -1 Colze
B-C	4	2063	200	950	-1difusor -1Reducció
C-D	1	1375	200	630	-1Bifurcacio
D-E	2	688	200	320	-1 Reducció -1 Difusor
D-F	2	687	200	320	-1 Difusor
1_2	3	688	200	320	-1 Reixeta -1 Ampliació
2_3	3,5	1376	200	630	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	1,5	2063	200	950	-1Difusor
E-E'	2,5	687	-----	-----	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 1.26. Conductes d'aire del circuit 2

El tram per on s'introdueix l'aire exterior (E-E') és un conducte circular helicoïdal en xapa d'acer galvanitzat de 0,5mm. d'espessor de 25mm. de diàmetre.

- Descripció dels conductes de distribució d'aire del circuit 3 (veure plànol 10):

Tram	Longitud [m]	Cabal [m3/h]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	accidents
A-B	2,5	2510	200	1162	-1 difusor -1 Reducció
B-C	2,5	1883	200	871	-1 difusor -1 Reducció
C-D	5	1255	200	581	-1 Reducció -1 Difusor -2 Colzes
D-E	5,5	627	200	290	-1 Difusor
1_2	3	628	200	290	-1 Reixeta -1 Ampliació -1 Colze
2_3	3	1256	200	581	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	6	1883	200	871	-1 Reixeta -1 Ampliació
E_E'	2	627	-----	-----	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 1.27. Conductes d'aire del circuit 3

El tram per on s'introdueix l'aire exterior (E-E') és un conducte circular helicoïdal en xapa d'acer galvanitzat de 0,5mm. d'espessor de 25mm. de diàmetre.

- Descripció dels conductes de distribució d'aire del circuit 4 (veure plànol 11):

Tram	Longitud [m]	Cabal [m3/h]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	accidents
A-B	4	2750	200	1270	-1Difusor -1Reducció -1 Colze
B-C	4	2063	200	950	-1difusor -1Reducció
C-D	1	1375	200	630	-1Bifurcacio
D-E	2	688	200	320	-1 Reducció -1 Difusor
D-F	2	687	200	320	-1 Difusor
1_2	3	688	200	320	-1 Reixeta -1 Ampliació
2_3	3,5	1376	200	630	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	1,5	2063	200	950	-1Difusor
E-E'	2,5	687	-----	-----	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 1.28. Conductes d'aire del circuit 4

El tram per on s'introdueix l'aire exterior (E-E') és un conducte circular helicoïdal en xapa d'acer galvanitzat de 0,5mm. d'espessor de 25mm. de diàmetre.

- Descripció dels conductes de distribució d'aire del circuit 5 (veure plànol 11):

Tram	Longitud [m]	Cabal [m3/h]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	accidents
A-B	2,5	2510	200	1162	-1 difusor -1 Reducció
B-C	2,5	1883	200	871	-1 difusor -1 Reducció
C-D	5	1255	200	581	-1 Reducció -1 Difusor -2 Colzes
D-E	5,5	627	200	290	-1 Difusor
1_2	3	628	200	290	-1 Reixeta -1 Ampliació -1 Colze
2_3	3	1256	200	581	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	6	1883	200	871	-1 Reixeta -1 Colze
E_E'	2	627	-----	-----	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 1.29 . Conductes d'aire del circuit 5

El tram per on s'introdueix l'aire exterior (E-E') és un conducte circular helicoidal en xapa d'acer galvanitzat de 0,5mm. d'espessor de 25mm. de diàmetre.

- Descripció dels conductes de distribució d'aire del circuit 6 (veure plànol 11):

Tram	Longitud [m]	Cabal [m ³ /h]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	accidents
A-B	3,5	2750	200	1273	-1 difusor -1 Reducció
B-C	3	1936	200	896	-Bifurcació
C-D	3	1624	200	751	-1 Reducció -1 Difusor
D-E	6,5	875	200	405	-1 Difusor -1 Reducció
C-F	3	312	100	288	-1 Difusor
1_2	7	875	200	405	-1 Reixeta -1 Ampliació
2_3	6,5	1624	200	751	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	4,5	2063	200	954	-1 Reixeta -1 Ampliació
E-E'	1,5	687	-----	-----	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 1.30. Conductes d'aire del circuit 6.

El tram per on s'introdueix l'aire exterior (E-E') és un conducte circular helicoidal en xapa d'acer galvanitzat de 0,5mm. d'espessor de 25mm. de diàmetre.

1.6.4.4.2 Difusors i reixetes.

Per tal d'introduir l'aire de ventilació i refrigeració en les sales es farà ús de difusors TROX de la sèrie ADLR . Estan especialment indicats en instal·lacions on el muntatge s'efectua enrasat al sostre. El retorn de l'aire de les sales s'efectuarà amb reixetes de retorn d'aleta fixa AIRFLOW. Les dimensions dels difusors i reixetes variaran en funció dels cabals a introduir i extreure respectivament de les sales.

ADLR



Difusor TROX (ADLR)



Reixeta de retorn d'aleta fixa AIRFLOW

En la següent taula es mostren els difusors d'impulsió i les reixetes de retorn que es disposaran en cada circuit per refrigerar i ventilar les sales pertinents.

Circuit	Sala	Difusor Impulsió	Nº Difusors	Reixeta Retorn	Nº Reixetes
1	instal·lacions	TROX ADLR (T3)	1	-----	0
	magatzem	TROX ADLR (T2)	1	AIRFLOW (300x150)	1
	despatx_2	TROX ADLR (T8)	1	AIRFLOW (600x300)	1
	despatx_3	TROX ADLR (T8)	1	AIRFLOW (600x300)	1
	bany_3	TROX ADLR (T4)	1	-----	0
2	reunions	TROX ADLR (T7)	3	AIRFLOW (600x300)	2
	bany_2	TROX ADLR (T6)	1	AIRFLOW (600x200)	1
3	espera	TROX ADLR (T6)	3	-----	0
	bany_1	TROX ADLR (T6)	1	AIRFLOW (600x300)	1
4	reunions	TROX ADLR (T7)	3	AIRFLOW (600x200)	2
	bany_5	TROX ADLR (T6)	1	AIRFLOW (600x300)	1
5	espera	TROX ADLR (T6)	3	-----	0
	bany_4	TROX ADLR (T6)	1	AIRFLOW (600x300)	1
6	despatx_5	TROX ADLR (T8)	1	AIRFLOW (600x200)	0
	despatx_6	TROX ADLR (T7)	1	AIRFLOW (600x300)	1
	despatx_7	TROX ADLR (T8)	1	AIRFLOW (600x300)	1
	bany_6	TROX ADLR (T4)	1	-----	0

Taula 1.31 Difusors i reixetes

1.6.4.4.3 Regulador de caudal.

S'instal·laran reguladors de caudal en els següents punts dels circuits d'aire:

- 1) En els trams de conducte que aporten aire de l'exterior: (veure plànols 10 i 11)
 - Trams E-E' de tots els circuits (Regulador RVC-250).
- 2) En les ramificacions on els cabals no estiguin equilibrats: (veure plànols 10 i 11)
 - Tram G-H del circuit 1. (Regulador RVC-160).
 - Tram C-F del circuit 6. (Regulador RVC-160).

El conducte per on s'introdueix l'aire exterior de ventilació anirà equipat amb un regulador de cabal constant del tipus **RVC** (koolair). És un element que funciona independentment de la pressió, sense font d'alimentació externa. Disposa d'un mecanisme automàtic que incorpora una placa de control de lliure moviment, suportada per rodaments PTFE, equipada amb amortidor per evitar oscil·lacions, i connectada a una molla d'ajust. La pressió de l'aire a la entrada exerceix una força que s'oposa i equilibra l'acció d'un resort, empenyent la lama cap a una posició determinada que finalment serveix per garantir el cabal d'aire ajustat.



Figura 1.10. vista lateral del regulador

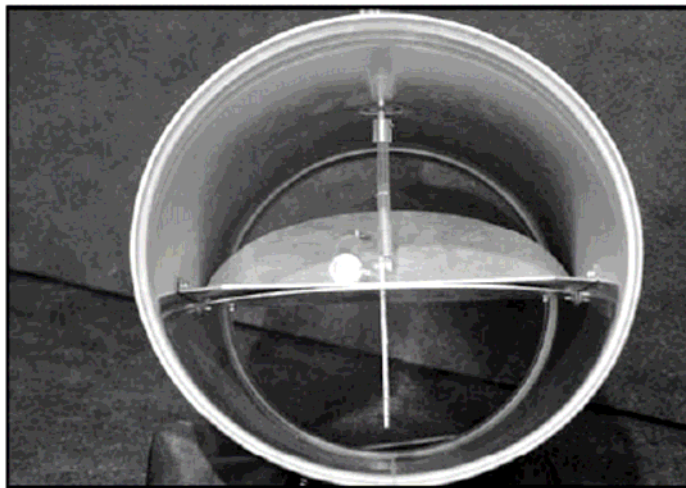
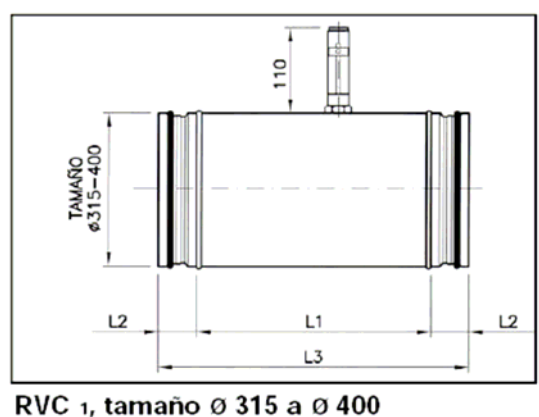
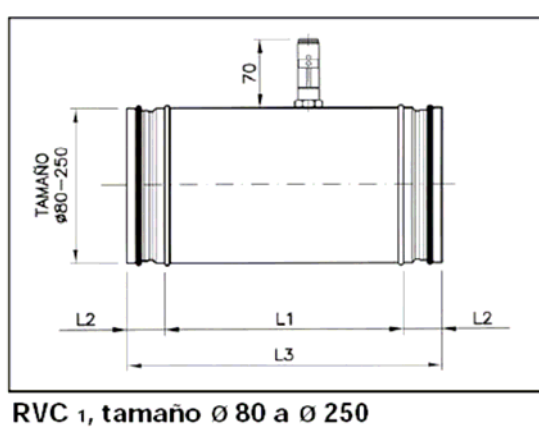


Figura 1.11 . vista frontal del regulador

Dimensiones y rango de caudales					
Tamaño en mm. Ø	Caudal de aire en m³/h.		Dimensiones en mm.		
	mínimo	máximo	L ₁	L ₂	L ₃
80	40	125	120	40	200
100	70	220	170	40	250
125	100	280	170	40	250
160	180	500	240	40	320
200	250	900	240	40	320
250	500	1.500	240	40	320
315	800	3.000	220	60	340
400	1.000	4.500	295	60	415

Taula 1.32 Dimensions i rang de cabals del regulador.



1.6.4.5 Pèrdues de càrrega en el circuits d'aire.

L'aire que circula per cada circuit rep l'energia d'impulsió de la unitat interior. Aquesta energia ha de ser suficient per a que l'aire es distribueixi a totes les sales a climatitzar sota les condicions previstes de cabal, temperatura i velocitat.

L'energia total de l'aire ha de ser capaç de vèncer de manera equilibrada les inevitables pèrdues de càrrega que es produeixen en tot procés de flux dinàmic en conductes. Aquestes pèrdues són de dos tipus:

- a) Pèrdues de càrrega per fricció: Produïdes per la viscositat del fluid i per les variacions de direcció i xocs de partícules de l'aire dins del règim de turbulència.
- b) Pèrdues de càrrega locals o dinàmiques: corresponen als punts o trams on el flux sofreix pertorbacions de velocitat per canvis direccionals o variacions dels seus valors absoluts. Es suposen localitzades en les zones que afecten al canvi de velocitat.

Donat que la unitat interior es disposarà intercalada en el circuit, la pèrdua de càrrega total estarà originada per la pèrdua de pressió que sofrirà el fluid pels conductes d'impulsió, més la pèrdua de càrrega que s'originarà en l'aspiració del circuit (retorn i aire exterior).

Les pèrdues de càrrega totals obtingudes (pèrdues per fricció més pèrdues locals) no superen en cap circuit la pressió estàtica de 130 Pa que proporciona la unitat interior.

Per equilibrar els cabals d'aire de recirculació i d'aire exterior, s'instal·larà un regulador de cabal ubicat en el conducte que aporta l'aire exterior.

1.6.4.6 Extracció d'aire.

Les renovacions d'aire requereixen introduir un cabal d'aire exterior, generant d'aquesta manera una sobrepressió en l'interior de les sales que s'haurà de compensar amb l'extracció del mateix cabal d'aire. Per tal de dur a terme aquest objectiu s'instal·laran els següents extractors:

Extractor	Ubicació	Cabal [m³/h]
TD-1300/250	Servei 1	784
TD-1300/250	Servei 2	860
TD-800/200N	Servei 3	439
TD-350/125	Instal·lacions	192
TD-350/125N	Magatzem	84
TD-1300/250	Servei 4	784
TD-1300/250	Servei 5	860
TD-800/200N	Servei 6	400
TD-800/200N	Despatx 5	375

Taula 1.33. Extractors

Els extractors aniran intercalats en conductes circulars helicoidals en xapa d'acer galvanitzat de 0,5mm. d'espessor. En les següents taules es descriuen els trams dels conductes (veure plànols 10 i 11).

Conductes d'extracció del servei_1:

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	150	196	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
2-3	1	225	392	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
3-4	1	275	588	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
4-5	8	300	784	-1_boca aspiració -2_colzes 90°

**Taula 1.34 . Conductes d'aire d'extracció
del servei_1**

Conductes d'extracció del servei_2:

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	150	215	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
2-3	1	225	430	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
3-4	1,5	275	645	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
4-5	5	300	860	-1_boca aspiració -1_colze 90°

**Taula 1.35 . Conductes d'aire d'extracció
del servei_2**

Conductes d'extracció del servei_3:

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	225	439	-1_boca aspiració -1_colze 90°

Taula 1.36. Conductes d'aire d'extracció del servei_3

Conductes d'extracció de la sala d'instal·lacions:

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	200	192	-1_boca aspiració -1_colze 90°

Taula 1.37 . Conductes d'aire d'extracció de la sala d'instal·lacions

Conductes d'extracció del magatzem:

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	200	84	-1_boca aspiració -1_colze 90°

Taula 1.38. Conductes d'aire d'extracció del magatzem

Conductes d'extracció del servei_4:

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	150	196	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
2-3	1	225	392	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
3-4	1	275	588	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
4-5	8	300	784	-1_boca aspiració -2_colzes 90°

Taula 1.39 . Conductes d'aire d'extracció del servei_4

Conductes d'extracció del servei_5:

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	150	215	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
2-3	1	225	430	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
3-4	1,5	275	645	-1_boca aspiració -1_Eixamplament
4-5	5	300	860	-1_boca aspiració -1_colze 90°

Taula 1.40. Conductes d'aire d'extracció del servei_5**Conductes d'extracció del servei_6:**

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	225	400	-1_boca aspiració -1_colze 90°

Taula 1.41. Conductes d'aire d'extracció del servei_6**Conductes d'extracció del despatx_5:**

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	accidents
1-2	1	225	375	-1_boca aspiració -1_colze 90°

Taula 1.42. Conductes d'aire d'extracció del despatx_5.

1.6.5 Descripció de la instal·lació solar tèrmica de calefacció per terra radiant.

1.6.5.1 Cobertura solar.

La fracció solar o cobertura solar és la part de la demanda energètica produïda amb energia solar. És tècnicament possible construir un sistema d'escalfament solar que subministri el 100% de les necessitats anuals de calor i que no requereixi d'un sistema auxiliar d'escalfament. Tot i així, un sistema d'energia solar projectat per a satisfer tota l'energia necessària durant els mesos més freds de l'hivern estaria sobredimensionat per la resta de mesos de l'any. Per aquesta raó, la cobertura solar serà sempre inferior al 100%.

La instal·lació solar de l'ampliació de la nau industrial disposarà d'una cobertura solar anual de més del 30%.

1.6.5.2 Elements de la instal·lació solar tèrmica.

La instal·lació solar tèrmica de calefacció estarà formada pels següents elements:

1.6.5.2.1 Sistema de captació.

El sistema de captació estarà format per 25 captadors solars tèrmics ubicats en la coberta de la nau. La seva funció serà captar l'energia solar de radiació procedent del sol i transmetre la potència calorífica absorbida al circuit primari.

El model fixat serà el captador pla **FK 240 S** (Junkers), presentant les següents característiques:

Model	FK 240S (Junkers)
Tipus de instal·lació	Vertical
Superfície bruta	2,4 m ²
Superfície útil solar	2,1 m ²
Dimensions	2115x1135x112 mm

Absortància	92-94 %
Emitància	12-16%
Pes en funcionament	43 Kg
Pes en buit	41,85 Kg
Coberta transparent	Vidre solar granulat de 3,2mm pobre en ferro
Transmissió de llum del vidre	92 %
Connexions	4 connexions
Pressió màxima de funcionament	3 bar (10 bar amb kit especial)
Portador de calor	Mescla de propilenglicol i aigua
Aïllament	Llana mineral de 60mm d'espessor
Tipus d'homologació	TÜV 08-228-762

Taula 1.43. Característiques del captador solar.

El captador solar pla es compon bàsicament per:

- Coberta: Provoca l'efecte hivernacle y assegura la estanquitat. Està composta per vidre solar granulat de baix contingut en ferro amb un espessor de 3,2mm. i una transmissió de 92 %.

- Placa absorbent: rep la radiació solar, la transforma en calor y la cedeix al fluid. Posseeix un recobriment selectiu que el converteix en un cos negre aconseguint una gran absortància. Està format per dos tubs principals de distribució de 16/18 mm. de diàmetre, i vuit tubs verticals de 7/8 mm. de diàmetre. Disposa d'una superfície útil de 2,1 m² i una capacitat de 1,15 litres.

- Aïllant: Disminueix les fugues de calor internes. Està compost per Llana mineral de 60 mm. d'espessor.

- Carcassa: Conté y suporta els elements anteriors i els protegeix de la intempèrie. Ha de tenir resistència a altes temperatures, corrosió, degradació química y radiació ultraviolada. El material del bastidor és de fibra de vidre reforçada amb polímers (GFK).

Rendiment del captador.

El rendiment d'un captador es defineix com la relació entre l'energia útil aportada al fluid caloportador i l'energia solar incident sobre la coberta del mateix. No es pot aprofitar tota l'energia que incideix sobre el captador degut a les pèrdues per radiació, absorció, conducció i convecció.

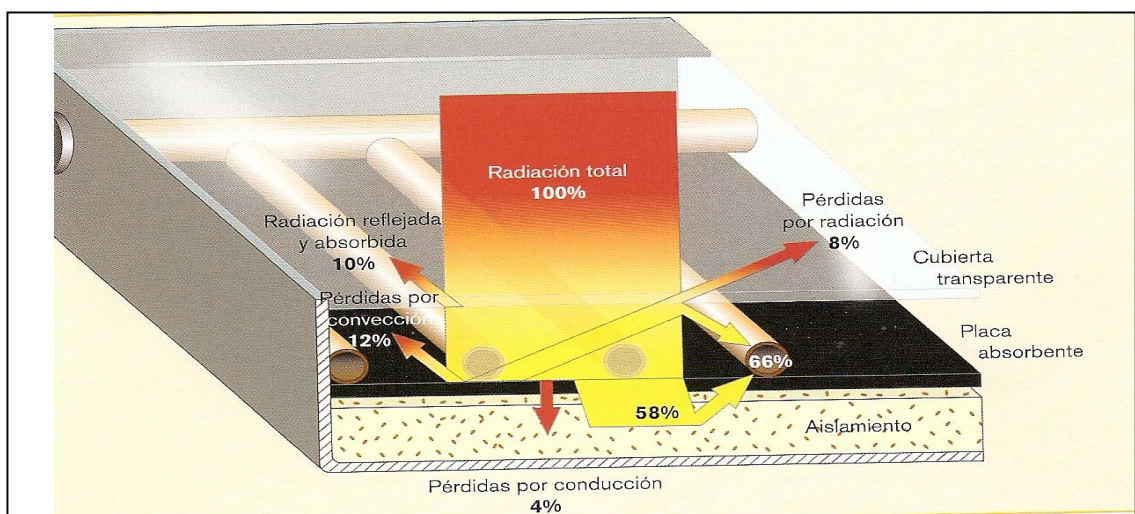
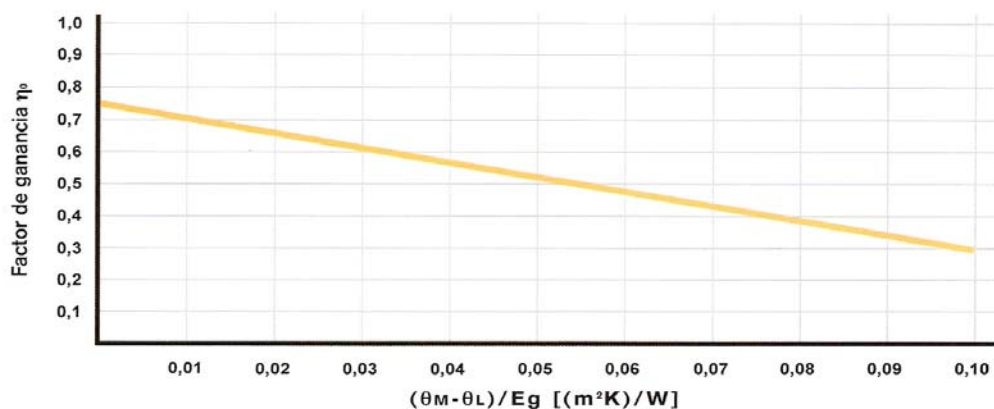


Figura 1.12 . Pèrdues en el captador solar pla

El captador FK 240 S (vertical) té la següent corba de rendiment:



Factor de ganàcia: $\eta_0 = 0,750$

Factores de pèrdues: $\begin{cases} \kappa_1 [W / (m^2K)] = 3,993 \\ \kappa_2 [W / (m^2K^2)] = 0,006 \end{cases}$

$E_g = 800 \text{ W/m}^2$
Según DIN EN 12975

$$\eta = \eta_0 - \kappa_1 \frac{\Delta \theta}{E_g} - \kappa_2 \frac{(\Delta \theta)^2}{E_g}$$

La corba de rendiment està definida per quatre constants facilitades pel fabricant, i per dues variables.

- Constants:

- Factor de pèrdues: $K1 = 3,993 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$

- Factor de pèrdues: $K2 = 0,006 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$

- Factor de guany: $\eta_0 = 0,750$

- Irradiació solar: $E_g = 800 \left[\frac{W}{m^2} \right]$

- Variables:

- $\theta_m [K]$: Temperatura mitja del fluid caloportador.

- $\theta_L [K]$: Temperatura ambient.

Tal i com mostra la corba, el rendiment del captador disminueix a mesura que augmenta la diferència de temperatures entre el fluid caloportador i la temperatura ambient.

Connexió dels captadors

Les files de captadors es connectaran en paral·lel. Els captadors que componen cada fila també es connectaran en paral·lel. S'instal·laran 4 bateries de captadors amb un total de 25 plaques solars, tal i com es mostra en el plànol nº 15.

Tots els captadors es situaran orientats al sud, amb un angle d'inclinació de 50°. Es fixarà una distància de tres metres entre les bateries de captadors amb la finalitat de no projectar ombres, respectant la distància mínima especificada en el RITE calculada segons l'expressió: $d \geq k \cdot h$; on "h" és l'alçada del captador solar i "K" un coeficient segons l'angle d'inclinació del captador. Per un angle de 50° correspon un coeficient "K" de 1,970 segons la ITE 1.0.1.3.1. D'aquesta forma s'obté una distància mínima entre bateries de captadors de **3,2 metres**.

1.6.5.2.2 Sistema d'acumulació.

La necessitat energètica no sempre coincideix en el temps amb la captació que s'obté del sol, per lo que és necessari disposar d'un sistema d'acumulació que faci front a la demanda en moments de poca o nul·la radiació solar, així com l'acumulació energètica produïda en els moments de poc consum. S'instal·larà un interacumulador MV-1500-SB (Lapesa), presentant les següents característiques:

Model interacumulador	MV-1500-SB
Capacitat	1500 litres
Nombre de serpentins	4
Superfície d'intercanvi	3 m^2
Pes en buit	401 Kg
Diàmetre exterior	1360 mm.
Longitud total	1850 mm.
Potència del serpentins	170 kW ($8 \text{ m}^3 / h$)

Taula 1.43. Característiques de l'interacumulador.

1.6.5.2.3 Sistema de circulació i elements del circuit primari.

El circuit primari està format pels diferents trams de canonades i accessoris que connecten els captadors solars amb el serpentí de l'interacumulador. Està compostat per dos conductes principals (anada i retorn) que deriven cap a cada bateria de captadors. En la següent taula es mostren els diferents trams que componen el circuit primari indicant la longitud, el diàmetre i el cabal de fluid caloportador que circula per el interior, així com les diferents vàlvules i accessoris.

Tram	Cabal [m³/h]	diàmetre interior [mm]	Longitud tram[m]	accessoris
A-B	2,625	51	8	1) Vàlvula de tall (esfera). 2) Grup de pressió : - limitador de caudal. - bomba. - vàlvula antiretorn. - Termòmetre - manòmetre i vàlvula de seguretat. - vàlvula de tall (esfera).
B-C	1,995	51	1	1) Derivació en "T"
C-D	1,47	51	7	1) Derivació en "T"
D-E	0,735	51	6	1) Derivació en "T"
E-2	0,735	51	7	1) Vàlvula de regulació de cabal 1) Purgador 1) Vàlvula de tall (esfera).
2-D'	0,735	51	5	1) Derivació en "T"
D'-C'	1,47	51	4	1) Derivació en "T"
C'-B'	1,995	51	7	1) Derivació en "T"
C-C'	0,525	51	8	1) Vàlvula de regulació de cabal 1) Vàlvula de tall (esfera).
D-D'	0,735	51	8	1) Vàlvula de regulació de cabal 1) Vàlvula de tall (esfera).
B'F	2,625	51	18	1) Grup de pressió : - Vàlvula de tall (esfera). - Termòmetre - vàlvula antiretorn. 2) Vàlvula de tall (esfera).
1-B'	0,63	51	8	1) Vàlvula de regulació de cabal
B-1	0,63	51	8	1) Vàlvula de tall (esfera).

Taula 1.44 característiques dels trams del circuit primari.

1.6.5.2.4 Vas d'expansió.

Tots els circuits tancats necessiten un vas d'expansió per absorbir les dilatacions del fluid caloportador provocades per l'augment de temperatura.

S'instal·larà un vas d'expansió model **SAG35** (Junkers) amb una capacitat de 35 litres.

1.6.5.2.5 Fluid caloportador.

El fluid caloportador està constituït pel líquid que flueix a través del captador amb la funció d'intercanviar energia tèrmica en el interior del interacumulador. Es tracta d'una dissolució de propilenglicol al 40 % (Tyfocor L). Presenta un comportament normal si treballa en l'interval de temperatures $[-20,170]$ °C. A 20°C de temperatura disposa d'una viscositat de $72 \text{ mm}^2 / \text{s}$.

1.6.5.2.6 Grup de bombeig.

El grup de bombeig serveix per permetre un funcionament equilibrat de la instal·lació solar. Entre els seus components principals cal destacar:

- Grup de bombeig instal·lat: AGS 2 de Junkers.
- Termòmetres integrats.
- Grup de seguretat compost per vàlvula de seguretat i manòmetre.
- Antiretorn tant en impulsió com en retorn per evitar la circulació per termosifó.
- Bomba de circulació per transportar el fluid caloportador des del sistema de capadors fins l'interacumulador.
- Limitador de cabal amb clau de tancament.

El grup de bombeig mourà un caudal de 50 l/h per cada m^2 de captador, superant totes les pèrdues de càrrega.

1.6.5.2.7 Sistema de control.

Una correcta regulació de la instal·lació implica obtenir un rendiment òptim y evitar situacions adverses que afectarien al funcionament de la instal·lació. Hi ha dos paràmetres a tenir presents, per realitzar una correcta regulació, que determinen el funcionament de la bomba del circuit primari.

- a) Temperatura mitjana del captador.
- b) Caudal del fluid que circula pel captador.

Si la diferencia entre la temperatura mitjana del captador i la temperatura ambient és molt gran disminuirà el rendiment dels captadors. Es convenient, per tant, tenir en compte que la temperatura de sortida dels captadors ha de ser la més propera possible a la de consum, i la temperatura de retorn cap al sistema de captadors la més baixa possible. D'aquesta forma s'augmenta el rendiment de la instal·lació.

El funcionament de les bombes es regularà amb un control de tipus diferencial. Aquest sistema actua mitjançant la comparativa de temperatures mesurades en la sortida del sistema de captadors i en la part baixa del dipòsit d'acumulació, es a dir, entre el punt més fred i el punt més calent de la instal·lació.

- Bomba OFF: Si la diferencia de temperatura és menor de 2°C. (segons RITE)
- Bomba ON: Si la diferencia de temperatura és major de 7°C. (segons RITE)

La mesura de temperatura es realitza mitjançant sondes de tipus PTC.

Per realitzar el control de la instal·lació solar es farà ús de una centralita de control **TDS 10** (Junkers). La centralita reguladora controla la connexió i desconnexió de la bomba de circulació del circuit primari. Es podran distingir les següents situacions en funció de les temperatures captades pels sensors:

- Bomba connectada: Si la diferencia de temperatures entre el PTC del captador y el PTC del acumulador supera els 8°C.
- Bomba desconnectada: Si la diferencia de temperatures entre els PTC es menor de 4°C.
- Bomba desconnectada: Si la temperatura determinada en l'interacumulador supera el valor fixat. La bomba es torna a connectar quan hi ha una caiguda de temperatura de 4°C.
- Bomba desconnectada: Si la temperatura de circulació supera els 130°C. Es torna a connectar quan la temperatura cau per sota dels 127°C i existeix una demanda per part de l'acumulador.

1.6.5.2.8 Sistema d'energia Auxiliar.

És imprescindible disposar d'un sistema d'energia auxiliar ja que l'energia solar no pot cobrir completament la demanda energètica que es produeix al llarg de l'any. L'objectiu és que

el sistema entri en funcionament només quan sigui necessari, sent prioritària la instal·lació solar.

L'equip auxiliar de recolzament a instal·lar es tracta d'una caldera de ACS instantània model ADINOX-BT-100 .(veure característiques a l'annex 3).

1.6.6 Descripció de la instal·lació solar tèrmica per la producció d'aigua calenta sanitària.

La producció d'aigua calenta sanitària es realitzarà mitjançant un equip compacte per termosifó **TSS200** format per un captador FK 240 S i un depòsit d'acumulació de 120 litres útils. La zona climàtica de l'edificació és la zona III , tal i com s'indica el l'apartat 2.1 del DB-HE4 del CTE.

L'equip **TSS200** està compostat per:

- Un captador solar FK 240 S.
- Bastidor de suport amb un angle d'inclinació de 45 °.
- Acumulador model TS200 amb les següents característiques:
 - Volum útil de 187 litres.
 - Depòsit de doble evolvent fabricat en acer esmaltat amb coberta exterior inoxidable.
 - Aïllament tèrmic en poliuretà.
 - Vas d'expansió de primari incorporat en el interior de 2,8 litres.
 - Inclou vàlvules de seguretat de primari (2,5 bar) i secundari (10 bar).
 - Kit de connexions hidràuliques.

La circulació d'aigua del circuit primari es produeix per efecte termosifó degut a que l'aigua freda té una densitat major que la calenta. Durant les hores diürnes la temperatura d'anada del fluid caloportador és elevada i posseeix una densitat baixa, afavorint d'aquesta manera l'efecte termosifó. Per la nit la temperatura del captador disminueix i es pot produir l'efecte termosifó invers. Per evitar aquest fenomen es col·locarà una vàlvula antiretorn. No es requereix grup de pressió.

1.6.6.1 Cobertura solar.

La superfície de captació solar depèn de la cobertura solar mínima anual exigida pel CTE. Donat que ens trobem en la zona climàtica III, la cobertura solar mínima serà del 50 %, tal i com s'indica en la taula 2.1 del DB-HE4 del CTE.

1.6.6.2 Sistema d'energia Auxiliar

És imprescindible disposar d'un sistema d'energia auxiliar ja que l'energia solar no pot cobrir completament la demanda energètica que es produeix al llarg de l'any. L'objectiu és que el sistema entri en funcionament només quan sigui necessari, sent prioritària la instal·lació solar.

L'equip auxiliar de recolzament a instal·lar es tracta d'una caldera de fundició de baixa temperatura WR 300.7 KME de Junkers, (veure característiques en annex 3).

1.7 Conclusions

Després de realitzar l'estudi de climatització de l'ampliació de la nau industrial s'han pres les següents decisions de disseny:

1) Ventilació i refrigeració.

S'ha triat un sistema de refrigeració per conductes d'aire. La pròpia instal·lació realitzarà les renovacions d'aire pertinents sense necessitat de disposar d'una instal·lació independent de ventilació .

2) Calefacció.

El sistema de calefacció seleccionat (terra radiant) és el més adient per l'aprofitament de l'energia solar ja que treballa a baixa temperatura.

3) Instal·lació solar per calefacció.

S'ha dissenyat una instal·lació solar amb 25 captadors La cobertura solar per calefacció és un paràmetre que no està regulat per la normativa, i per tant, el nombre de plaques a

instal·lar dependrà d'altres factors (pressupost, espai, etc). En aquest cas es disposa d'un pressupost màxim de 17.000 euros destinats a la instal·lació solar tèrmica.

4) Producció d'aigua calenta sanitària.

La producció d'aigua calenta sanitària es realitzarà amb un equip solar compacte per termosifó amb una únic captador. D'aquesta manera s'obtindrà l'estalvi elèctric del grup de pressió.

1.8 Bibliografia

LLIBRES

- AGÜERA, José. Mecànica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas. 4ª edició. Madrid: Ciencias 3, 1996.
- BLESÀ, Ramón. Enciclopedia de la climatización. Conocimientos fundamentales sobre climatización. Ediciones CEAC, 1994.
- CALVO VILLAMARIN, T; GALDON TRILLO, F. Curso de instalador de calefacción, climatización i acs. ETSII, Madrid, 1996.
- CABEZA, Lluïsa. Gestió de sistemes energètics. 1ª Edició. Lleida. Paper Kite, 2000
- CABEZA, Lluïsa. Producció i transformació de l'energia tèrmica. 1ª Edició. Lleida. Paper Kite, 2000
- CABEZA, Lluïsa. Sistemes de fred i climatització. 1ª edició. Lleida. Paper Kite, 2000
- Companyia Roca Radiadors, S.A. Monografia técnica: Cálculo de rendimiento de las calderas i Instalaciones. Prevención contra las condensaciones i corrosión del agua. Roca 1996.
- HOLMAN, J.P. Transferencia de calor. 8ª edició. Madrid. Mc graw-Hill, 1998.

- Soler & Palau. Manual práctico de ventilación.
- Sodeca. Manual de nociones básicas de ventilación.

ADRECES D'INTERNET

- www.ashrae.org
- www.idae.es
- www.roca.es
- www.wilo.es
- www.disano.es
- www.eurocable.es
- www.wirsbo.co.uk
- www.aquatherm.es
- www.baxi-roca.com
- www.preoc.es
- www.isover.net
- www.trox.es
- www.icaen.net
- www.rotex.de

2.1 Càlculs justificatius de la instal·lació de ventilació i refrigeració.

2.1.1 Càlcul de les càrregues tèrmiques de refrigeració.

2.1.1.1 Introducció al càlcul de les càrregues tèrmiques de refrigeració.

S'entén com a càrrega tèrmica de refrigeració d'un local la potència de refrigeració que requereix la instal·lació, en un determinat instant, per a mantenir unes condicions interiors donades.

Per a dimensionar els equips de climatització s'ha d'estimar la màxima càrrega tèrmica de la instal·lació que dependrà de diferents factors com poden ser la orientació dels tancaments, la inèrcia tèrmica, l'ús del recinte, etc.

Sota el concepte de càrrega tèrmica s'entén tot fenomen que tendeix a modificar tant la temperatura com la humitat absoluta en un local. Quan únicament es modifica la temperatura seca de l'aire es tracta d'una càrrega sensible. Si es modifica la quantitat d'aigua de l'aire (humitat) es tindrà una càrrega latent.

Es defineix la calor latent com la quantitat de vapor d'aigua afegida multiplicada per la calor latent de vaporització de l'aigua, tal i com es mostra en la següent expressió:

$$Q_{lat} = m_v \cdot C_f(T_v) \quad (2.1)$$

En general, tant pel càlcul de les càrregues tèrmiques d'hivern com d'estiu, i per tal de dimensionar els equips de manera adient, es pot diferenciar a la vegada en dues situacions:

- a) Càlculs dels edificis residencials d'ús domèstic.
- b) Càlculs dels edificis industrials o comercials.

2.1.1.2 Mecanismes de transmissió d'escalfor.

Quan disposem d'un element constructiu o tancament (mur, sostre, porta, etc) que ens separa dos ambients a diferent temperatura, es produeix una transferència d'escalfor des de l'ambient calet fins al fred. Els mecanismes físics que regeixen la transmissió d'escalfor són:

- 1) Conducció.
- 2) Convecció.
- 3) Radiació.

Tots ells compleixen l'equació de transferència d'escalfor:

$$\frac{q}{A} = U \cdot \Delta T = \frac{\Delta T}{R} \quad (2.2)$$

On:

- q: flux d'energia per unitat de temps [W]
- A: superfície de transmissió [m^2].
- U: conductància tèrmica [$W / m^2 \cdot ^\circ C$].
- ΔT :diferència de temperatures [$^\circ C$].
- R: resistència tèrmica [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

La **conducció** és deguda a la interacció mecànica entre les molècules veïnes en tots els estats d'ela matèria, presentada especialment en els sòlids. Els metalls, per sobre de tots, es veuen afavorits degut al núvol d'electrons lliures que permet el pas fluït de lona tèrmica.

L'equació anterior, pel cas de conducció, s'anomena Llei de Fourier:

$$\frac{q}{A} = -k \cdot \frac{dT}{dx} = -k \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (2.3)$$

On:

- q: flux d'energia per unitat de temps [W].
- k: conductivitat tèrmica [$W/m \cdot ^\circ C$].
- A: superfície de transmissió [m^2].
- ΔT :diferència de temperatures [$^\circ C$].
- Δx :gruix del tancament [m].

La conductivitat tèrmica és una característica física del medi de transport de la calor. Si el medi és un sòlid es considera constant.

La **convecció** és el tipus de transmissió d'escalfor característic de les interfícies, superfícies comunes a un sòlid i fluid, ja siguin sòlid - líquid o sòlid - gas. La convecció es pot entendre com una conducció més un moviment. En funció d'aquest moviment la convecció pot ser:

- a) natural : el moviment del fluid és natural.
- b) Forçada: el moviment del fluid està generat artificialment.

L'equació aplicada en aquests casos és la llei de Newton:

$$\frac{q}{A} = h \cdot \Delta T = h \cdot (T_{\text{tanca ment}} - T_{\text{fluid}}) \quad (2.4)$$

On:

- q: flux d'energia per unitat de temps [W].
- h: coeficient superficial de transferència d'escalfor per convecció [$W / m^2 \cdot ^\circ C$]
- A: superfície de transmissió [m^2].
- ΔT :diferència de temperatures [$^\circ C$].

El coeficient de transferència d'escalfor per convecció no és una propietat del fluid no del sòlid. Es calcula a partir de nombres adimensionals (Nu, Re, Pr,etc.) que tenen en comte dades com la densitat, la velocitat del fluid, la geometria del cos que contacten, etc.

La **radiació** es defineix com l'emissió d'energia electromagnètica deguda a la pròpia temperatura del cos ($T > 0$ K). No es considera implícita a efectes de càlcul de la càrrega tèrmica a l'hivern.

Així doncs, per un tancament en general format per diferents materials constructius, tots aquests mecanismes de transmissió d'escalfor (conducció/convecció) es donaran simultàniament tal i com es mostra en la següent figura:

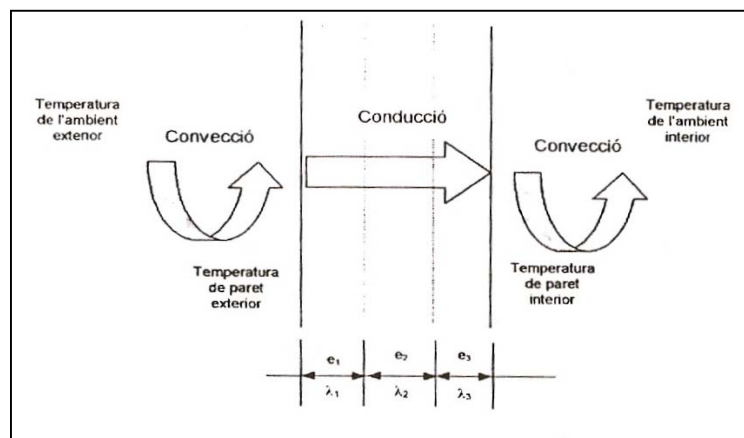


Figura 2.1 . Mecanismes de transmissió d'escalfor que tenen lloc simultàniament.

2.1.1.3 L'ambient interior.

2.1.1.3.1 Introducció.

Els primers paràmetres que s'han de fixar en una instal·lació de climatització són les condicions tèrmiques interiors, les quals deuen ser funció dels objectius que es desitgen aconseguir (confort, condicions industrials, etc.), i de les activitats que es vagin a desenvolupar.

2.1.1.3.2 Condicions interiors de projecte.

El RITE i les seves Instruccions Tècniques Complementàries (ITE) determinen el marge de condicions interiors de temperatura i humitat relativa. Segons la ITE 02.2.1, els marges establerts són els següents:

Període	Temperatura operativa [°C]	Humitat relativa [%]
Estiu	23 a 25	40 a 60
Hivern	20 a 23	40 a 60

Taula 2.1 . Temperatura i humitat relativa interior

Les sales que no requereixin un ambient de confort degut a una ocupació ocasional (magatzem i sala d'instal·lacions) no hauran de complir la taula anterior.

En les següents taules es mostren les temperatures i les humitats relatives interiors de projecte.

Sala	Temperatura interior [°C]	Humitat relativa interior [%]
Recepció i passadís	25	50
Sala instal·lacions	29	50
Magatzem	29	50
Despatx_2	25	50
Despatx_3	25	50
Sala reunions_1	25	50
Bany_1	25	50
Bany_2	25	50
Bany_3	25	50

Taula 2.2 . Temperatures interior de la planta baixa

Sala	Temperatura Interior [°C]	Humitat relativa interior [%]
Recepció i passadís	25	50
Despatx_5	25	50
Despatx_6	25	50
Despatx_7	25	50
Sala reunions_2	25	50
Bany_4	25	50
Bany_5	25	50
Bany_6	25	50

Taula 2.3 . Temperatures interiors de la planta 1

2.1.1.4 L'ambient exterior.

La temperatura exterior de projecte s'ha obtingut mitjançant les dades proporcionades pel Servei de meteorologia de Catalunya (SMC). En el municipi d'Almacelles la temperatura màxima mitjana per als mesos d'estiu és de **35 °C**. De la mateixa forma es considera una humitat relativa exterior de projecte de **55 %**.

2.1.1.5 Càlcul de les càrregues tèrmiques de refrigeració.

2.1.1.5.1 Classificació de les càrregues.

Generalment les càrregues es divideixen en exteriors i interiors, depenent de la procedència de la pertorbació:

1) Càrregues exteriors:

- a) Càrrega a través de parets, teulades i sòls. La transferència d'escalfor per les superfícies de l'edificació aportarà una calor que augmentarà la temperatura de l'aire. Aquest tipus de càrrega serà sensible (la difusió de vapor encara que existeixi és de valor negligible).
- b) Càrrega a través de superfícies de vidre. És formalment una transmissió d'escalfor a través de superfícies semitransparents, i per tant, existeix una transmissió d'escalfor per radiació important. Es tracta d'una càrrega sensible.

- c) Càrrega per ventilació. En les instal·lacions sempre es pren aire extern per mantenir un grau determinat de puresa. Aquest aire es troba a diferent de temperatura i té diferent percentatge de vapor d'aigua que l'aire del local. S'aportarà càrrega sensible i latent.
- d) Càrrega per infiltració. Els edificis no són estancs. Hi ha sempre una quantitat d'aire exterior no controlat que penetra en l'edifici, aportant càrrega sensible i latent.

2) Càrregues interiors:

- a) Càrrega per ocupants. Les persones, depenent del grau d'activitat i temperatura, dissipen una certa quantitat d'escalfor sensible i latent.
- b) Càrrega per il·luminació. La il·luminació dels locals consumeix una energia que finalment es traduirà en energia tèrmica. Únicament sensible.
- c) Càrrega deguda a màquines i motors. Poden aportar càrrega sensible i latent.

2.1.1.5.2 Càrrega a través de parets, teulades i el terra.

Aquestes càrregues són degudes a la transmissió d'escalfor a través dels diferents tancaments ocasionada per la diferència de temperatures a costat i costat d'aquests.

Aquest tipus de càrregues es consideren sensibles ja que només produeixen una variació de temperatura de l'aire i no modifiquen la seva quantitat de vapor d'aigua.

Es tracta d'una transmissió d'escalfor a través d'un mur multicapa, el qual en estat estacionari s'avalua per:

$$Q_{sen, tan c} = \frac{A \cdot (T_{ext} - T_{int})}{R} \quad (2.5)$$

On:

- $Q_{sen, tan c}$: potència calorífica transmesa per conducció a través del tancament [W].

-A: superfície del tancament [m^2].

- T_{ext} :temperatura del recinte contigu [$^{\circ}C$].

- T_{int} :temperatura del local [$^{\circ}C$].

- R : resistència tèrmica del tancament [$m^2 \cdot ^{\circ}C / W$].

La resistència tèrmica d'un tancament es defineix com la resistència que aquest ofereix al pas de la calor. Com més ben aïllat es trobi un tancament més elevada serà la seva resistència tèrmica total i menys pèrdues o guanys d'escalfor experimentarà l'interior de la sala.

La resistència tèrmica d'un mur multicapa es calcula mitjançant la següent expressió:

$$R = \frac{1}{h_{int}} + \sum_{capes} \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_{ext}} \quad (2.6)$$

On:

- R : resistència tèrmica del tancament [$m^2 \cdot ^{\circ}C / W$].

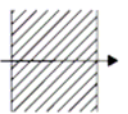
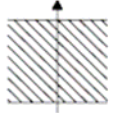
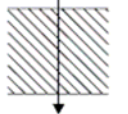
- h_{int} :coeficient de convecció interior [$W / m^2 \cdot ^{\circ}C$].

- h_{ext} : coeficient de convecció exterior [$W / m^2 \cdot ^{\circ}C$].

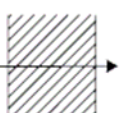
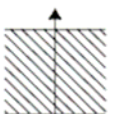
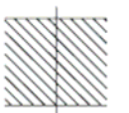
- e_i : espessor de la capa [m].

- k_i : conductivitat tèrmica de la capa [$W / m \cdot ^{\circ}C$].

Els valors del coeficient de convecció exterior i interior a considerar venen establerts pel codi tècnic de l'edificació (CTE), en el "Documento Básico de Ahorro de Energia (DB-HE)". En l'annex "E" d'aquest document es troben les següents taules on es mostren els valors que prenen les resistències tèrmiques de convecció interiors i exteriors (inversa de coeficient de convecció):

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Taula 2.4 . Resistències tèrmiques superficials de tancaments en contacte amb l'aire exterior [$m^2 \cdot ^\circ K / W$].

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente		0,17	0,17

Taula 2.5 . Resistències tèrmiques superficials de particions interiors [$m^2 \cdot ^\circ K / W$].

Els tancaments de l'edificació es descriuen de la següent forma:

- Façanes:

En la figura 2.2 es mostren els diferents materials que componen la paret exterior de l'ampliació de la nau industrial. La taula 2.6 mostra la composició, espessor i conductivitat tèrmiques dels elements de la paret exterior .

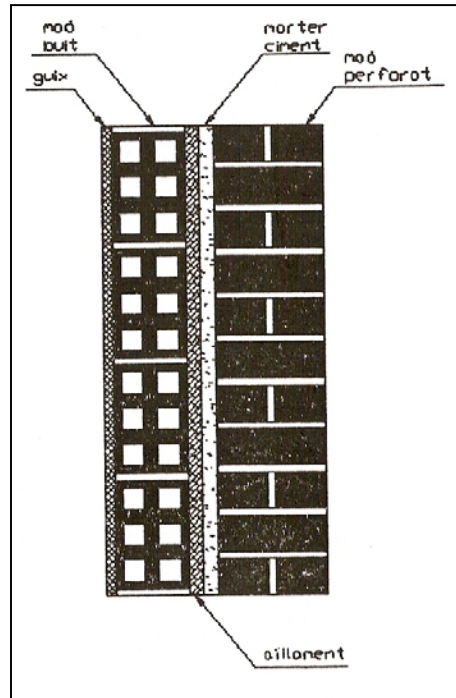


Figura 2.2. Secció de la paret exterior.

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica[w/m°C]
Guix	0,015	0,3
Totxo buit	0,1	0,49
poliuretà	0,08	0,023
Mortor	0,02	1,4
Totxo perforat	0,15	0,76

Taula 2.6. Espessor y conductivitat tèrmica dels
elements que formen les façanes

Aplicant l'equació 2.6 s'obté la resistència tèrmica total:

$$R = \frac{1}{h_{\text{int}}} + \sum_{\text{capes}} \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} = 0,04 + \frac{0,015}{0,3} + \frac{0,1}{0,49} + \frac{0,08}{0,023} + \frac{0,02}{1,4} + \frac{0,15}{0,76} + 0,13 = 4,113$$

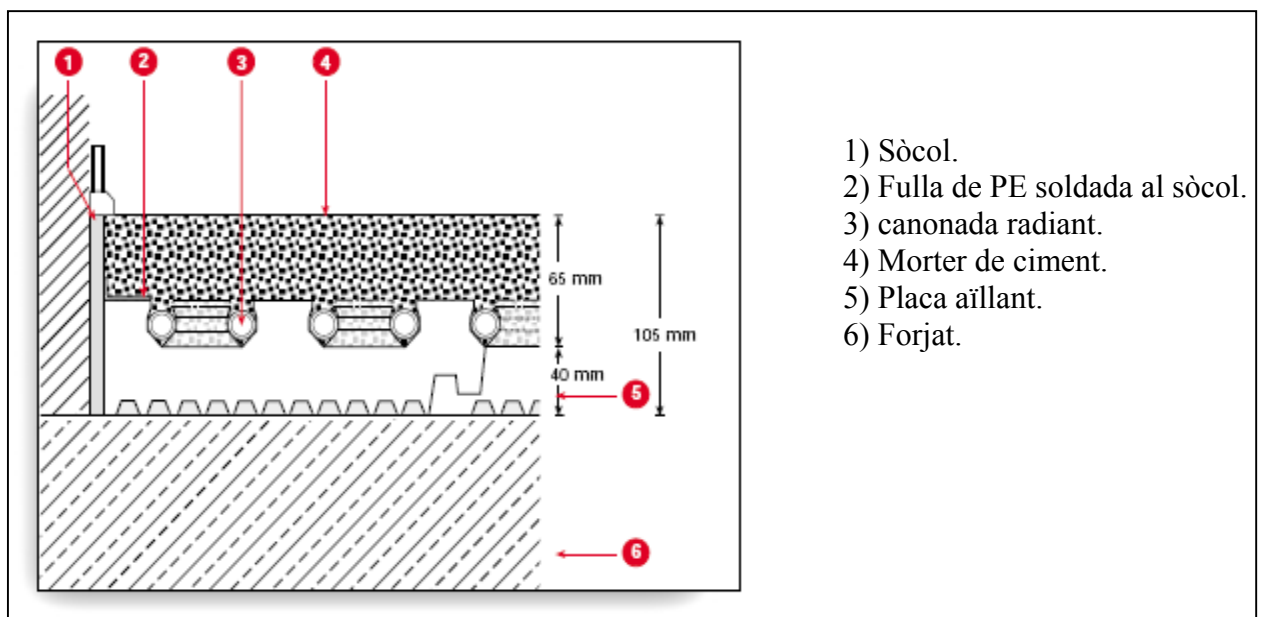
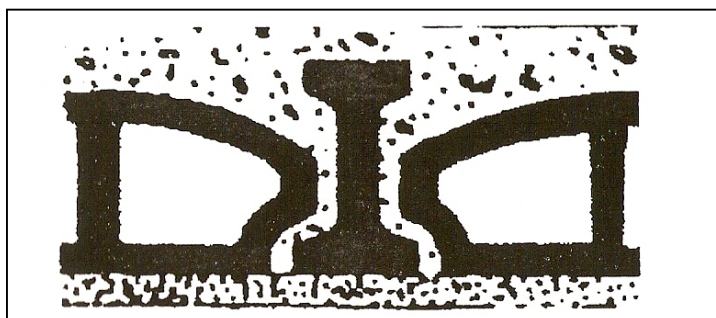
La resistència tèrmica de la paret exterior adoptada és de **4,113** [$\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}$].

- Parets interiors:

Les parets interiors de l'edificació son panells formats per plaques de Pladur del tipus N, amb una planxa de llana de vidre de 75 kg/m^3 (40 mm. d'espessor). La resistència tèrmica del conjunt és de $1,26 \text{ [m}^2 \text{ °C/W]}$.

- Forjat (amb terra radiant):

El forjat que separa la planta baixa de la primera es troba format pel terra radiant (Figura 2.3) superposat en un forjat (Figura 2.4). La taula 2.7 mostra la composició, espessor i conductivitat tèrmiques dels elements del forjat.

**Figura 2.3. Secció del terra radiant****Figura 2.4. Secció del forjat sense terra radiant**

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica [w/m°C]
Terratzo	0,015	1,3
Morter de ciment (1250<d<1450) +tubs	0,065	0,7
Poliuretà	0,04	0,023
Formigó lleuger	0,04	0,33
Bovedilla formigó	0,2	0,16
Guix	0,015	0,30

Taula 2.7. Espessor y conductivitat tèrmica dels elements que formen el forjat amb terra radiant.

Aplicant l'equació 2.6 s'obté la resistència tèrmica total:

- Flux de calor descendent:

$$R = \frac{1}{h_{\text{int}}} + \sum_{\text{capes}} \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} = 0,17 + \frac{0,015}{1,3} + \frac{0,065}{0,7} + \frac{0,04}{0,023} + \frac{0,04}{0,33} + \frac{0,2}{0,16} + \frac{0,015}{0,3} + 0,17 = 3,60$$

- Flux de calor ascendent:

$$R = \frac{1}{h_{\text{int}}} + \sum_{\text{capes}} \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} = 0,10 + \frac{0,015}{1,3} + \frac{0,065}{0,7} + \frac{0,04}{0,023} + \frac{0,04}{0,33} + \frac{0,2}{0,16} + \frac{0,015}{0,3} + 0,10 = 3,46$$

La resistència tèrmica del forjat amb terra radiant (flux de calor descendent) és de 3,6 [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

La resistència tèrmica del forjat amb terra radiant (flux de calor ascendent) és de **3,46** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

- Solera planta baixa:

La resistència tèrmica dels tancaments en contacte amb el terreny es calcula segons lo determinat en l'aparta E.1.2 de l'annex E del DB-HE (CTE). La transmitància tèrmica s'obté en la taula 2.8 en funció de l'amplada D de la banda perimetral d'aïllament, de la resistència tèrmica de l'aïllament R_a i la longitud característica B' de la solera.

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2} \cdot P} \quad (2.7)$$

On:

- A: Area de la solera.[m].

- P: Perímetre de la solera.[m^2].

Per a soleres sense aïllament tèrmic, la transmitància U_s es pren de la columna $R_a = 0$ en funció de la seva longitud característica B'. Per a soleres amb aïllament tèrmic continu es prenen els valors de la columna $D \geq 1,5m$. La transmitància tèrmica del primer metre de llosa s'obté de la fila B'=1.

Donat que s'instal·larà terra radiant, i en les sales de magatzem i instal·lacions s'aïllarà la solera de forma continua, es pot afirmar que es disposa d'un aïllament tèrmic continu, i per tant, es prendran els valors de la columna $D \geq 1,5m$. ($R_a = 2$).

Aplicant l'equació 2.7 s'obté la longitud característica de la solera:

$$B' = \frac{371,52}{\frac{1}{2} \cdot 95,3} = 7,79 \approx 8$$

B'	R _a	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R _a (m ² K/W)					R _a (m ² K/W)					R _a (m ² K/W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Taula 2.8. Espessor y conductivitat tèrmica dels elements que formen el forjat amb terra radiant.

De la taula anterior s'obtenen els següents resultats:

$$U_s = 0,36 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$R_s = \frac{1}{0,36} = 2,77 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

La resistència tèrmica de la solera és de **2,77** [$\text{m}^2\text{°C/W}$].

- Coberta:

La coberta de la nau industrial es troba formada per una secció tal i com es mostra en la figura 2.5. La taula 2.9 mostra la composició, espessor i conductivitat tèrmiques dels elements de la coberta.

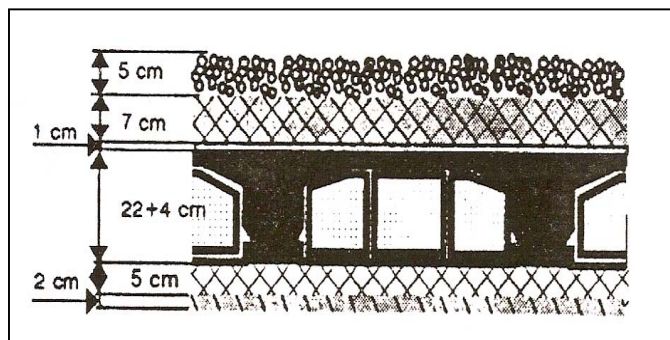


Figura 2.5. Secció de la coberta

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica [w/m°C]
Grava	0,015	1,3
Poliuretà projectat	0,065	0,41
impermeabilitzant	0,04	0,023
Bovedilla formigó	0,04	0,33
Formigó lleuger	0,2	0,16
Guix	0,015	0,30

Taula 2.9. Espessor y conductivitat tèrmica dels elements que formen la coberta.

Aplicant l'equació 2.6 s'obté la resistència tèrmica total:

- Flux de calor descendent:

$$R = \frac{1}{h_{\text{int}}} + \sum_{\text{capes}} \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} = 0,04 + \frac{0,015}{1,3} + \frac{0,065}{0,41} + \frac{0,04}{0,023} + \frac{0,04}{0,33} + \frac{0,2}{0,16} + \frac{0,015}{0,3} + 0,17 = 3,54$$

La resistència tèrmica de la coberta és de **3,54** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

-Portes i finestres:

Les portes interiors de la zona ampliada de la nau industrial estan fetes de fusta i tenen una resistència tèrmica de **0,5** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$]. Les portes metàl·liques de l'ascensor tenen una resistència tèrmica de **0,26** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

Totes les finestres de l'edificació disposaran de les mateixes característiques:

- El marc de la finestra serà amb ruptura de pont tèrmic superior a 12 mm, amb una resistència tèrmica de **0,285** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].
- El vidre de la finestra serà del tipus HOR_DBI_4-12-331, amb una resistència tèrmica de **0,384** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

-Ponts tèrmics:1) Pilars de façana:

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica[w/m°C]
Totxo perforat	0,15	0,76
Pilar de formigó	0,3	2,3
Guix	0,015	0,3

Taula 2.10. Espessor y conductivitat tèrmica del pont tèrmic (1).

Aplicant l'equació 2.6 s'obté la resistència tèrmica total:

$$R = \frac{1}{h_{\text{int}}} + \sum_{\text{capes}} \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} = 0,13 + \frac{0,015}{0,3} + \frac{0,3}{2,3} + \frac{0,15}{0,76} + 0,04 = 0,547$$

La resistència tèrmica del pont tèrmic (pilar de façana) és de **0,547** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

2) Contorn de forats.

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica[w/m°C]
Totxo perforat	0,35	0,76
Guix	0,015	0,3

Taula 2.11. Espessor y conductivitat tèrmica del pont tèrmic (2).

Aplicant l'equació 2.6 s'obté la resistència tèrmica total:

$$R = \frac{1}{h_{\text{int}}} + \sum_{\text{capes}} \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} = 0,13 + \frac{0,35}{0,76} + \frac{0,015}{0,3} + 0,04 = 0,680$$

La resistència tèrmica del pont tèrmic (Caixa de persiana) és de **0,680** [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].

3) Caixa de persianes.

Composició	Espessor[m]	Conductivitat tèrmica[w/m°C]
Totxo perforat	0,125	0,76
Poliuretà projectat	0,02	0,023
Càmera d'aire	0,2	-----
Tapa (amb poliuretà)	0,02	0,023

Taula 2.12. Espessor y conductivitat tèrmica del pont tèrmic (3).

La càmera d'aire on s'allotja el rotllo de la persiana es considera, per avaluar la resistència tèrmica, com una càmera d'aire lleugerament ventilada de 5 cm. Tal i com s'especifica en la taula E2 de l'annex E del DB-HE, la resistència tèrmica per a una cambra d'aire lleugerament ventilada de 5cm és de $0,08 [m^2 \cdot ^\circ C / W]$.

Aplicant l'equació 2.6 s'obté la resistència tèrmica total:

$$R = \frac{1}{h_{\text{int}}} + \sum_{\text{capes}} \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} = 0,13 + \frac{0,125}{0,76} + \frac{0,02}{0,023} + 0,08 + \frac{0,02}{0,023} + 0,04 = 2,153$$

La resistència tèrmica del pont tèrmic (Caixa de persiana) és de **2,153** $[m^2 \cdot ^\circ C / W]$.

2.1.1.5.3 Transmissió d'escalfor a través de superfícies de vidre.

L'intercanvi d'energia que es presenta a una superfície de vidre es troba constituïda per dos fenòmens independents que produeixen càrrega sensible. En primer lloc la transmissió d'escalfor per conducció - convecció a través del vidre, i en segon lloc la transmissió de radiació solar incident.

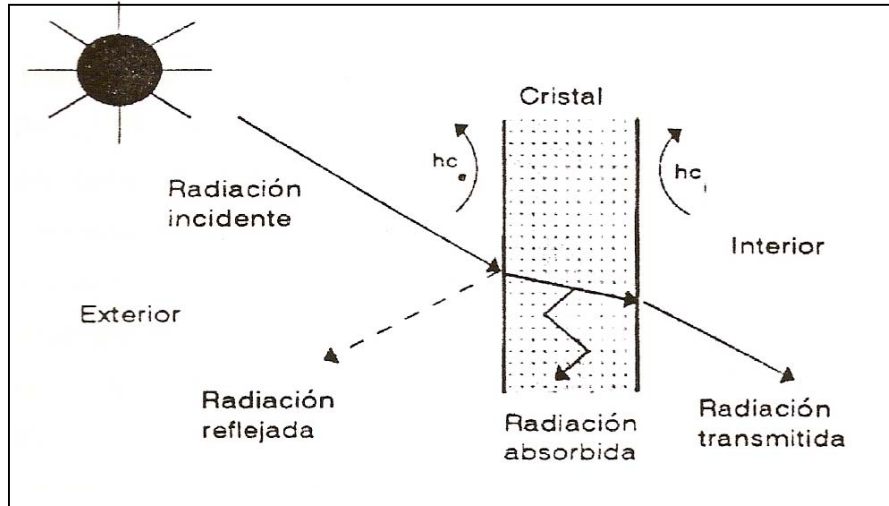


Figura 2.6. transmissió d'escalfor en una superfícies de vidre

$$Q_{sen,vidre} = q_{c,vidre} + q_{rs,vidre} \quad (2.8)$$

On:

- $Q_{sen,vidre}$: quantitat total d'escalfor transmesa a través d'una superfície de vidre [W].
- $q_{c,vidre}$: quantitat d'escalfor transmesa per conducció – convecció a través d'una superfície de vidre [W].
- $q_{rs,vidre}$: quantitat d'escalfor transmesa per radiació a través d'una superfície de vidre [W].

- Transmissió d'escalfor per conducció – convecció:

Aquesta forma de transmissió d'escalfor es determina mitjançant l'equació:

$$q_{c,vidre} = \frac{A_f \cdot (T_{ext} - T_{int})}{R_{vidre}} \quad (2.9)$$

On:

- $q_{c,vidre}$: quantitat d'escalfor transmesa per conducció – convecció a través d'una superfície de vidre [W].
- A_f : àrea de la superfície de vidre [m^2].
- T_{ext} : temperatura exterior [$^{\circ}C$].

- T_{int} :temperatura interior [$^{\circ}\text{C}$].

- R_{vidre} :Resistència tèrmica de la superfície de vidre [$\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{W}$].

- Transmissió d'escalfor per radiació solar:

Aquesta forma de transmissió d'escalfor es determina mitjançant l'equació:

$$q_{rs, \text{vidre}} = A_f \cdot R_s \cdot f \quad (2.10)$$

On:

- $q_{rs, \text{vidre}}$: quantitat d'escalfor transmesa per radiació a través d'una superfície de vidre [W].

- A_f : superfície de la finestra [m^2].

- R_s : valor de la radiació solar segons l'orientació de la finestra [W / m^2].

- f : factor d'atenuació de la radiació solar incident per a diferents tipus d'elements interceptors.

Els valors de la radiació incident per una latitud de $41,62^{\circ}$ venen donats en la següent taula. S'utilitzen els valor corresponents a les 14 hores:

Hora Solar	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horitzontal
	[W/m ²]								
10	50	98	400	466	217	50	50	50	722
11	54	57	183	356	284	72	54	54	794
12	54	54	59	202	309	202	59	54	816
13	54	54	54	72	284	356	183	57	794
14	50	50	50	50	217	466	400	98	722
15	48	44	44	44	133	511	568	249	593
16	44	37	37	37	57	492	647	407	433

Taula 2.13. Valors de la radiació solar en funció de l'orientació

2.1.1.5.4 Càrrega deguda a ventilació i infiltració d'aire.

En totes les instal·lacions d'aire condicionat és necessari preveure una certa renovació d'aire per tal de no generar un aire interior viciat. El càlcul de les infiltracions és molt subjectiu, tant en la consideració de la velocitat del vent en un edifici concret, com en l'espessor de les escletxes de portes i finestres. Això ha portat a replantejar aquestes càrregues d'infiltració en la nova legislació augmentant considerablement el volum d'aire de ventilació, i negligint les infiltracions.

En els circuit de ventilació i refrigeració es poden diferenciar tres estats de l'aire:

- 1) Aire provinent de l'exterior. ($T=35^{\circ}\text{C}$; $\text{HR}=55\%$).
- 2) Aire de recirculació. ($T=25^{\circ}\text{C}$; $\text{HR}=50\%$)
- 3) Barreja d'aire.(aire de l'exterior més aire de recirculació).

Conegudes les temperatures i humitats relatives de l'aire exterior i de l'aire de recirculació, es pot calcular la temperatura i la humitat relativa de la barreja de d'aire.

Situant els estats 1 i 2 , en funció de la temperatura seca i de la humitat relativa en un diagrama psychrometric, es troba la entalpia i humitat específica dels dos estats.

A climate of innovation.



NAUTICA DEHUMIDIFIERS, INC.

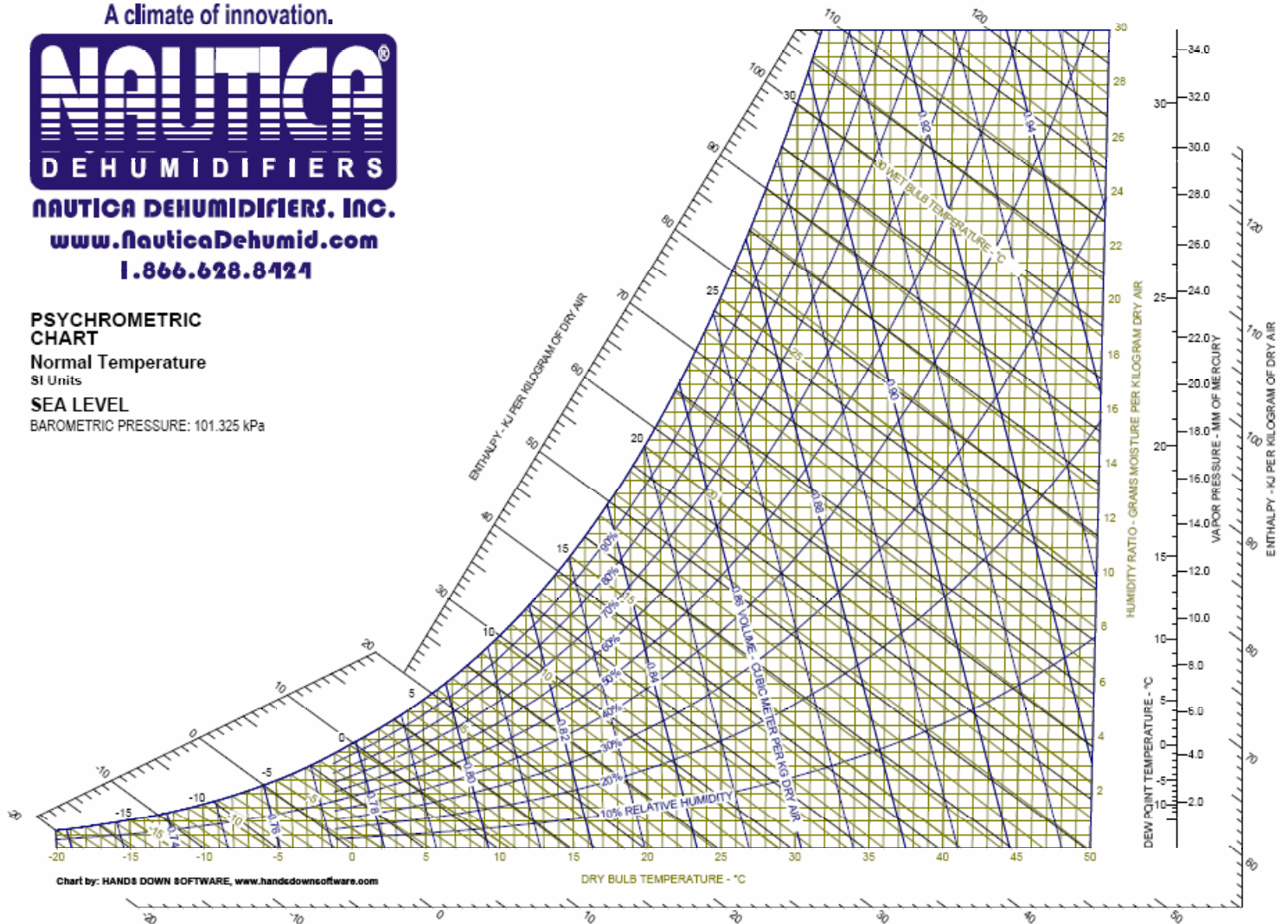
www.nauticaDehumid.com

1.866.628.8424

PSYCHROMETRIC
CHARTNormal Temperature
SI Units

SEA LEVEL

BAROMETRIC PRESSURE: 101.325 kPa

1) Aire exterior: $T=35^{\circ}\text{C}$; $HR=55\%$; $r_1=0,0195$ [g/kg aire]; $h_1=84$ [kJ/kg aire]2) Aire de recirculació: $T=25^{\circ}\text{C}$; $HR=50\%$; $r_2=0,01$ [g/kg aire]; $h_2=50$ [kJ/kg aire]

Amb les dades obtingudes, fent ús de les següents equacions, es calcula la entalpia i humitat específica de la barreja d'aire. D'aquesta manera es podrà situar l'estat 3 en el diagrama i conèixer la temperatura seca i la humitat relativa.

$$m_1 + m_2 = m_3 \text{ (balanç global de massa).} \quad (2.11)$$

$$m_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot r_2 = m_3 \cdot r_3 \text{ (balanç de massa per a l'aigua).} \quad (2.12)$$

$$m_1 \cdot h_1 + m_2 \cdot h_2 = m_3 \cdot h_3 \text{ (balanç d'energia).} \quad (2.13)$$

On:

- m_1 : Cabal màssic de l'aire exterior [Kg/s].
- m_2 : Cabal màssic de l'aire de recirculació [Kg/s].
- m_3 : Cabal màssic de la barreja d'aire [Kg/s].
- r_1 : Humitat específica de l'aire exterior [Kg aigua / Kg aire].
- r_2 : Humitat específica de l'aire de recirculació [Kg aigua / Kg aire].
- r_3 : Humitat específica de la barreja d'aire [Kg aigua / Kg aire].
- h_1 : Entalpia específica de l'aire exterior [KJ / Kg aire].
- h_2 : Entalpia específica de l'aire de recirculació [KJ / Kg aire].
- h_3 : Entalpia específica de la barreja d'aire [KJ / Kg aire].

Els cabals d'aire exterior i de recirculació són respectivament un 25% i un 75% de la barreja d'aire. ($m_1 = 0,25 \cdot m_3$; $m_2 = 0,75 \cdot m_3$).

D'aquesta manera ens queda un sistema d'equacions amb dues incògnites :

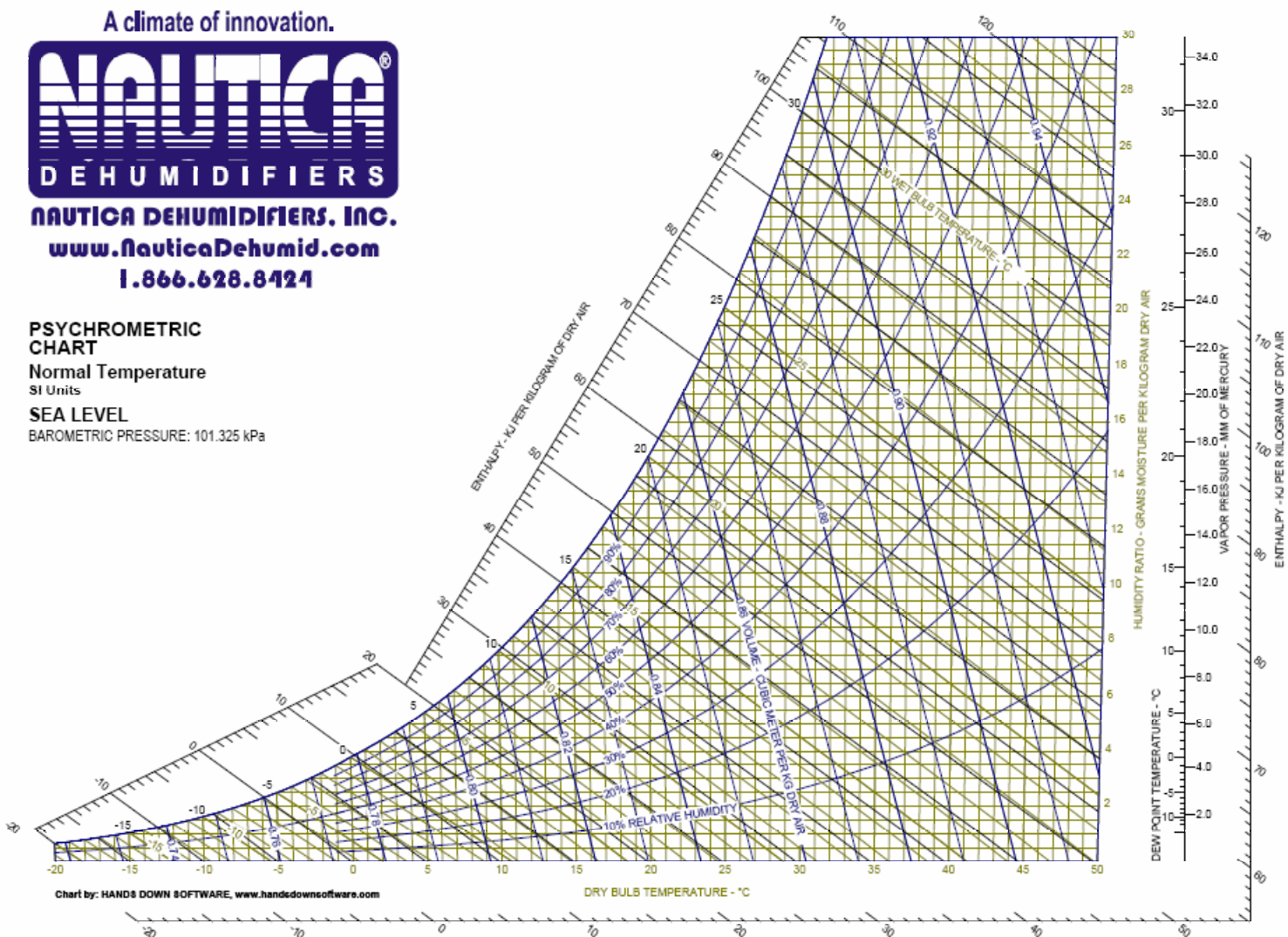
$$0,25 \cdot 0,0195 + 0,75 \cdot 0,01 = r_3$$

$$r_3 = \mathbf{0,012375 \text{ [Kg aigua / Kg aire]}.}$$

$$0,25 \cdot 84 + 0,75 \cdot 50 = h_3$$

$$h_3 = \mathbf{58,5 \text{ [KJ / Kg aire]}.}$$

Introduint les dades obtingudes en el diagrama psychrometric es pot situar l'estat 3 i conèixer la temperatura seca i la humitat relativa de la mescla d'aire .



Tal i com es pot llegir en el diagrama, la temperatura seca de la barreja d'aire és de **27°C** i la seva humitat específica és de **12 [g/Kg aire]**.

La quantitat d'escalfor sensible i latent que aporta la barreja d'aire es calcula amb les següents expressions:

- Calor sensible:

$$Q_{sen,inf} = 0,3344 \cdot V_{ev} \cdot (T_{ext} - T_{int}) \quad (2.14)$$

On:

- $Q_{sen,inf}$: escalfor sensible deguda a la barreja d'aire [W].
- V_{ev} : cabal volumètric de la barreja d'aire [m^3 / h].
- T_{ext} :temperatura de la barreja d'aire [°C].
- T_{int} :temperatura interior [°C].

- Calor latent:

$$Q_{lat,inf} = 0,83 \cdot V_{ev} \cdot (w_{ext} - w_{int}) \quad (2.15)$$

On:

- $Q_{lat,inf}$: escalfor latent deguda a la barreja d'aire [W].
- V_{ev} : cabal volumètric de la barreja d'aire [m^3 / h].
- w_{ext} :humitat específica de la barreja d'aire [g / kg d'aire sec].
- w_{int} :humitat específica de l'aire interior [g / kg d'aire sec].

2.1.1.5.5 Càrrega deguda als ocupants.

En funció de l'activitat que es desenvolupa en un local les persones dissipin una certa calor, incrementant d'aquesta manera la càrrega tèrmica. En la següent taula es mostren els valors de les potències tèrmiques sensibles i latents despreses per persona en funció de l'activitat realitzada:

Local	Calor sensible (W)	Calor latent (W)
Teatres, cines	58	44
Oficines, hotels, etc.		
Ocupant sentat, treball lleuger	58	64
Magatzems, botigues, etc.		
passeig, de peu, etc.	58	70
Restaurant	64	93
Ball moderat	70	174
Marxa ràpida: 5 km/h	87	204

Taula 2.14. Calor sensible i latent després per persona.

Sala	Ocupació [nº persones]
Recepció i passadís	9
Sala instal·lacions	ocasional
Magatzem	ocasional
Despatx_2	3
Despatx_3	4
Sala reunions_1	10
Bany_1	4
Bany_2	4
Bany_3	1

Taula 2.15. Ocupació de les sales
de la planta baixa

Sala	Ocupació [nº persones]
Recepció i passadís	9
Despatx_5	4
Despatx_6	3
Despatx_7	4
Sala reunions_2	10
Bany_4	4
Bany_5	4
Bany_6	1

Taula 2.16. Ocupació de les sales
de la planta 1

La càrrega total aportada serà el producte del nombre de persones en la sala pel calor que dissipa cada persona, tal com s'indica en les següents expressions:

$$Q_{sen,p} = np \cdot QP_{sen} \quad (2.16)$$

$$Q_{lat,p} = np \cdot QP_{lat} \quad (2.17)$$

On:

- $Q_{sen,p}$: càrrega tèrmica sensible deguda als ocupants [W].

- np : nombre de persones.

- QP_{sen} : potència tèrmica sensible despresada per ocupant [W].

- $Q_{lat,p}$: càrrega tèrmica latent deguda als ocupants [W].

- QP_{lat} : potència tèrmica latent despresada per ocupant [W].

2.1.1.5.6 Càrrega deguda a la il·luminació.

L'escalfor despresada per la llum es tot calor sensible, distribuïnt-se depenent del tipus d'il·luminació en forma radiant o convectora, tal i com es mostra en la [taula 2.17](#).

Forma de transferència	Radiació	Convecció
incandescència	80%	20%
Fluorescents / halògens	50%	50%

Taula 2.17. Distribució de la calor

En el cas de llums fluorescents o halògens també s'haurà de considerar l'escalfor dissipada per les reactàncies i transformadors que suposa en general un 20% de l'energia emesa, sempre que les mateixes es trobin dins del local.

La quantitat d'energia total emesa per les llums vindrà donada com la suma de l'energia aportada per les lluminàries de tipus incandescent i fluorescent, tenint en compte que en aquest darrer cas incorporen reactància.

- Tipus incandescent:

$$Q_{sen,i} = PT \cdot FSL \quad (2.18)$$

On:

- $Q_{sen,i}$: càrrega sensible deguda a la il·luminació [W].
- PT: Potència d'il·luminació [W].
- FSL: Factor de simultaneïtat.

- Tipus fluorescent:

- Amb reactància incorporada:

$$Q_{sen,i} = 1,2 \cdot PT \cdot FSL \quad (2.19)$$

On:

- $Q_{sen,i}$: càrrega sensible deguda a la il·luminació [W].
- PT: Potència d'il·luminació [W].
- FSL: Factor de simultaneïtat.

- Sense reactància incorporada:

$$Q_{sen,i} = PT \cdot FSL \quad (2.20)$$

On:

- $Q_{sen,i}$: càrrega sensible deguda a la il·luminació [W].
- PT: Potència d'il·luminació [W].
- FSL: Factor de simultaneïtat.

2.1.1.5.7 Càrrega deguda a màquines.

En la taula 2.18 es mostren els elements primordials que desprenen potència tèrmica en les diferents sales:

Sala	Màquina	Potència Unitària [W]	Potència Total [W]
Recepció i passadís	- 1 ordinador -1 Fax -1 impressora	150W 15W 40W	205
Despatx_2	-1 ordinador -1 impressora	150W 40W	190
Despatx_3	-1 ordinador -1 impressora	150W 40W	190
Sala reunions_1	- 1 Projector _transp. - 1 Projector _diapo.	300W 200W	500
Bany_1	- 1 assecador	500W	500
Bany_2	-1 assecador	500W	500
Bany_3	-----	-----	-----

Taula 2.18. Càrregues tèrmiques degudes a diferents elements de la planta baixa

Sala	Màquina	Potència Unitària [W]	Potència Total [W]
Recepció i passadís	- 1 ordinador -1 Fax -1 impressora	150W 15W 40W	205
Despatx_5	-1 ordinador -1 impressora	150W 40W	190
Despatx_6	-1 ordinador -1 impressora	150W 40W	190
Despatx_7	-1 ordinador -1 impressora	150W 40W	190
Sala reunions_2	- 1 Projector _transp. - 1 Projector _diapo.	300W 200W	500
Bany_4	- 1 assecador	500W	500
Bany_5	- 1 assecador	500W	500
Bany_6	-----	-----	-----

Taula 2.19. Càrregues tèrmiques degudes a diferents elements de la planta primera

2.1.1.5.8 Coeficient de majoració o seguretat.

De forma general s'utilitza un coeficient de seguretat per a tenir en consideració algun tipus de càrrega no comptabilitzada o d'estimació aproximada. S'adopta un coeficient de majoració de les càrregues d'un **10%**.

2.1.1.6 Resultats de les càrregues tèrmiques de refrigeració.

- Circuit 1:**a) Càrregues tèrmiques per infiltracions.**

Càrrega sensible	1679W
Càrrega latent	4167 W
TOTAL	5846 W

Taula 2.20. Càrregues tèrmiques per infiltracions**b) Càrregues tèrmiques per conducció, convecció, radiació, ocupació, il·luminació i maquinària.****- Despatx 2 (planta baixa)****CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ**

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior (Nord - Oest)	24	0
Paret interior		
- amb passadís	0	0
- amb despatx 3	0	0
- amb magatzem	48	0
Porta interior		
- amb passadís	0	0
Finestra (vidre) (Nord-Oest)	144	61
Finestra (marc)	42	0
Sòl	0	0
Sostre	0	0
Pont tèrmic (pilars)	19	0
Pont tèrmic(contorn de forats)	17	0
Pont tèrmic (persiana)	5	0
TOTAL	299	61

Taula 2.21. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	3
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	174 W
Càrrega latent total	192 W
TOTAL	366 W

Taula 2.22. Càrregues tèrmiques
per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 58W-R /840 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	58 W
Nombre de lluminàries	10
Potència total	580
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	696 W

Taula 2.23. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

-1 ordinador	150W
-1 impressora	40W
TOTAL	190 W

Taula 2.24. Càrregues tèrmiques deguda
a màquines

- Despatx 3 (planta baixa)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Parets exteriors		
- Nord - Oest	26	0
- Sud - Oest	47	0
Parets interiors		
- amb despatx 2	0	0
- amb passadís	0	0
- amb sala de reunions	0	0
Porta interior		
- amb passadís	0	0
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	144	61
Finestra (Marc)	42	0
Sòl	0	0
Sostre	0	0
Pont tèrmic (pilars)	27	0
Pont tèrmic (contorn forats)	17	0
Pont tèrmic (persiana)	5	0
TOTAL	308	61

Taula 2.25. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	4
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	232 W
Càrrega latent total	256 W
TOTAL	488 W

Taula 2.26. Càrregues tèrmiques
per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 58W-R /840 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	58 W
Nombre de lluminàries	11
Potència total	638 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	766 W

Taula 2.27. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

-1 ordinador	150W
-1 impressora	40W
TOTAL	190 W

Taula 2.28. Càrregues tèrmiques deguda
a màquines- Servei 3 (planta baixa)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret interior		
- amb servei 1	0	0
- amb passadís	0	0
- amb recepció	0	0
Porta interior		
-amb passadís	0	0
Sòl	0	0
Sostre	0	0
TOTAL	0	0

Taula 2.29. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	1
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	58 W
Càrrega latent total	64 W
TOTAL	122 W

Taula 2.30. Càrregues tèrmiques
per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 18W /33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	18 W
Nombre de lluminàries	3
Potència total	54 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	65 W

Taula 2.31. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

-1 assecador	415 W
TOTAL	415 W

Taula 2.32. Càrregues tèrmiques degudes
a màquines

- Sala instal·lacions:

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
paret exterior		
-Nord - Oest	14	0
-Nord - Est	20	0
paret interior		
-amb ascensor	-10	0
-amb passadís	-5	0
-amb magatzem	0	0
Porta		
-amb passadís	-13	0
Sòl	0	0
Sostre	-25	0
Pont tèrmic (pilars)	10	0
TOTAL	-9	0

Taula 2.33. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció – radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	0
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	0 W
Càrrega latent total	0 W
TOTAL	0 W

**Taula 2.34. Càrregues tèrmiques
per ocupació**

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 36W/33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	36 W
Nombre de lluminàries	4
Potència total	144 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	173 W

Taula 2.35. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

Bombes, caldera	200 W
TOTAL	200 W

Taula 2.36. Càrregues tèrmiques deguda
a màquines- Magatzem:

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
paret exterior		
NO	12	0
Parets interiors		
amb passadís	-22	0
amb despatx 2	-44	0
amb instal·lacions	0	0
porta fusta opaca		
amb passadís	-13	0
Sòl	0	0
Sostre	-15	0
pont termic (pilars)	10	0
TOTAL	-72	0

Taula 2.37. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció – radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	0
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	0 W
Càrrega latent total	0 W
TOTAL	0 W

Taula 2.38. Càrregues tèrmiques
per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 36W/33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	36 W
Nombre de lluminàries	4
Potència total	144 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	173 W

Taula 2.39. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

-----	150 W
TOTAL	150 W

Taula 2.40. Càrregues tèrmiques deguda
a màquines

RESUM I CÀRREGUES TÈRMIQUES TOTALS DEL CIRCUIT 1.

- Càrregues tèrmiques per infiltració [W].

Total	Total +10%
5846	6431

- Càrregues per conducció, convecció, radiació, ocupació, maquinària i il·luminació [W].

Sala	Conducció Convecció Radiació	Ocupació (sensible)	Ocupació (latent)	Maquines	Il·luminació	Total	Total +10%
Despatx_2	360	174	192	190	696	1612	1774
Despatx_3	369	232	256	190	766	1813	1995
Servei_3	0	58	64	415	65	602	663
Instal·lacions	-9	0	0	200	173	364	401
Magatzem	-72	0	0	150	173	251	277
					TOTAL	4642	5110

- Càrregues tèrmiques totals del circuit: 11541 W.**Taula 2.41. Resum càrregues tèrmiques circuit 1.**

- Circuit 2:**a) Càrregues tèrmiques per infiltracions.**

Càrrega sensible	1840 W
Càrrega latent	4565 W
TOTAL	6405 W

Taula 2.42. Càrregues tèrmiques per infiltracions**b) Càrregues tèrmiques per conducció, convecció, radiació,
ocupació, il·luminació i maquinària.****- Sala Reunions (planta baixa)****CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ**

	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior		
-Nord - Oest	25	0
-Nord - Est	18	0
-Sud - Est	42	0
-Sud - Oest	47	0
Paret interior		
- amb bany_2	0	0
- amb passadís	0	0
- amb despatx_3	0	0
Porta		
-amb passadís	0	0
Finestra (vidre) (Sud - Est)	144	31
Finestra (vidre) (Sud - Oest)	144	290
Marc finestra	84	0
Sòl	0	0
Sostre	0	0
Pont tèrmic (pilars)	48	0
Pont tèrmic(contorn forats)	33	0
Pont tèrmic (persiana)	9	0
TOTAL	594	321

Taula 2.43. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	10
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	580 W
Càrrega latent total	640 W
TOTAL	1220 W

**Taula 2.44. Càrregues tèrmiques
per ocupació**

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 58W-R /840 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	58 W
Nombre de lluminàries	20
Potència total	1160 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	1392 W

Taula 2.45. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

- 1 Projector _transp.	300W
- 1 Projector _diapo.	200W
TOTAL	500 W

**Taula 2.46. Càrregues tèrmiques deguda
a màquines**

- Servei_2 (planta baixa)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció - conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior (Sud – Est)	29	0
Paret interior		
-amb bany_1	0	0
-amb passadís	0	0
-amb sala_reunions_1	0	0
Porta		
- amb passadís	0	0
Pont tèrmic (pilars)	24	0
Sòl	0	0
Sostre	0	0
TOTAL	53	0

Taula 2.47. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció – radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	4
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	232 W
Càrrega latent total	256 W
TOTAL	488 W

Taula 2.48. Càrregues tèrmiques per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 18W /33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	18 W
Nombre de lluminàries	9
Potència total	54 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	195 W

Taula 2.49. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

1 assecador	500 W
TOTAL	500 W

Taula 2.50. Càrregues tèrmiques degudes a màquines

RESUM I CÀRREGUES TÈRMIQUES TOTALS DEL CIRCUIT 2.

- Càrregues tèrmiques per infiltració [W].

Total	Total +10%
6405 W	7046 W

- Càrregues per conducció, convecció, radiació, ocupació, maquinària i il·luminació [W].

Sala	Conducció Convecció Radiació	Ocupació (sensible)	Ocupació (latent)	Maquines	Il·luminació	Total	Total +10%
Reunions	915	580	640	500	1392	4027	4430
Servei_2	53	232	256	500	195	1236	1360
					TOTAL	5263	5790

- Càrregues tèrmiques totals del circuit: 12836 W.**Taula 2.51. Resum càrregues tèrmiques del circuit 2**

- Circuit 3:**a) Càrregues tèrmiques per infiltracions.**

Càrrega sensible	1679
Càrrega latent	4167
TOTAL	5846 W

Taula 2.52. Càrregues tèrmiques per infiltracions**b) Càrregues tèrmiques per conducció, convecció, radiació,
ocupació, il·luminació i maquinària.****- Recepció i passadís (planta baixa)****CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ**

(Recepció)

	Càrrega tèrmica per convecció _ conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior		
- Sud - Est	39	0
- Nord - Oest	10	0
Paret interior		
- amb servei_1	0	0
- amb servei_3	0	0
- amb entrada	0	0
- amb ascensor	8	0
Porta		
- amb entrada	0	0
Porta ascensor	23	0
Finestra (vidre) (Sud - Est)	269	58
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	141	60
Marc finestra	71	0
Sòl	0	0
Sostre	0	0
Pont tèrmic (pilars)	24	0
Pont tèrmic (contorn forats)	36	0

(Passadís)

Paret interior		
-amb ascensor	7	0
-amb sala serveis	6	0
-amb magatzem	23	0
-amb despatx_2	0	0
-amb despatx_3	0	0
-amb sala reunions	0	0
-amb servei_2	0	0
-amb servei_1	0	0
-amb servei_3	0	0
Porta		
-amb sala serveis	14	0
-amb magatzem	14	0
-amb despatx_2	0	0
-amb servei_2	0	0
-amb servei_1	0	0
-amb servei_3	0	0
-amb despatx_3	0	0
-amb sala reunions	0	0
Sòl	0	0
Sostre	0	0
TOTAL	685	118

Taula 2.53. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	9
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	522 W
Càrrega latent total	576 W
TOTAL	1098W

Taula 2.54. Càrregues tèrmiques
per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 36W/33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	36 W
Nombre de lluminàries	29
Potència total	1044W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	1253 W

Taula 2.54. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

- 1 ordinador	150 W
-1 Fax	15 W
-1 impressora	40 W
TOTAL	205 W

Taula 2.55. Càrregues tèrmiques deguda a màquines

- Servei_1 (planta baixa)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior (Sud – Est)	20	0
Paret interior		
-amb bany_2	0	0
-amb bany_3	0	0
-amb Recepció	0	0
-amb passadís	0	0
Porta		
-amb passadís	0	0
Pont tèrmic (pilars)	24	0
Sòl	0	0
Sostre	0	0
TOTAL	44	0

Taula 2.56. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció – radiació**CÀRREGA PER OCUPANTS**

Nombre de persones	4
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	232 W
Càrrega latent total	256 W
TOTAL	488 W

**Taula 2.56. Càrregues tèrmiques
per ocupació****CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ**

Tipus de lluminària	TLD 18W /33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	18 W
Nombre de lluminàries	10
Potència total	180W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	216 W

Taula 2.57. Càrregues tèrmiques per il·luminació.**CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES**

1 assecador	500 W
TOTAL	500 W

**Taula 2.58. Càrregues tèrmiques degudes
a màquines**

RESUM I CÀRREGUES TÈRMiques TOTALS DEL CIRCUIT 3.

- Càrregues tèrmiques per infiltració [W].

Total	Total +10%
5846 W	6431 W

- Càrregues per conducció, convecció, radiació, ocupació, maquinària i il·luminació [W].

Sala	Conducció Convecció Radiació	Ocupació (sensible)	Ocupació (latent)	Maquines	Il·luminació	Total	Total +10%
Recepció	803	522	576	205	1253	3359	3695
Servei_1	44	232	256	500	216	1248	1373
					TOTAL	4607	5068

- Càrregues tèrmiques totals del circuit: 11499 W.

Taula 2.59. Resum càrregues tèrmiques circuit 3.

- Circuit 4:**a) Càrregues tèrmiques per infiltracions.**

Càrrega sensible	1839,2 W
Càrrega latent	4565 W
TOTAL	6405 W

Taula 2.60. Càrregues tèrmiques per infiltracions**b) Càrregues tèrmiques per conducció, convecció, radiació,
ocupació, il·luminació i maquinària.****- Sala Reunions (planta primera)****CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ**

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior		
-Nord – Oest	25	0
-Nord – Est	18	0
-Sud - Est	42	0
-Sud - Oest	47	0
Paret interior		
- amb bany_5	0	0
- amb passadís	0	0
- amb despatx_7	0	0
Porta		
- amb passadís	0	0
Finestra (vidre) (Sud - Est)	144	31
Finestra (vidre) (Sud - Oest)	144	290
Finestra (marc)	84	0
Coberta	253	0
Sòl	0	0
Pont tèrmic (pilars)	48	0
Pont tèrmic (contorn forats)	33	0
Pont tèrmic (persiana)	9	0
TOTAL	847	321

Taula 2.61. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	10
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	580 W
Càrrega latent total	640 W
TOTAL	1220 W

**Taula 2.62. Càrregues tèrmiques
per ocupació**

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 58W-R /840 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	58 W
Nombre de lluminàries	20
Potència total	1160 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	1392 W

Taula 2.63. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

- 1 Projector _transp.	300W
- 1 Projector _diapo.	200W
TOTAL	500 W

**Taula 2.64. Càrregues tèrmiques deguda
a màquines**

- Servei_5 (planta primera)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció _ conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior (Sud - Est)	26	0
Paret interior		
-amb bany_4	0	0
-amb passadís	0	0
-amb sala_reunions	0	0
Porta		
-amb passadís	0	0
Coberta	81	0
Sòl	0	0
Pont tèrmic (pilars)	24	0
TOTAL	131	0

Taula 2.65. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció – radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	4
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	232 W
Càrrega latent total	256 W
TOTAL	488 W

Taula 2.66. Càrregues tèrmiques per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 18W /33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	18 W
Nombre de lluminàries	9
Potència total	54 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	195 W

Taula 2.67. Càrregues tèrmiques per il·luminació.**CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES**

1 assecador	500 W
TOTAL	500 W

Taula 2.68. Càrregues tèrmiques degudes a màquines**RESUM I CÀRREGUES TÈRMIQUES TOTALS DEL CIRCUIT 4.****- Càrregues tèrmiques per infiltració [W].**

Total	Total +10%
6405 W	7046 W

- Càrregues per conducció, convecció, radiació, ocupació, maquinària i il·luminació [W].

Sala	Conducció Convecció Radiació	Ocupació (sensible)	Ocupació (latent)	Maquines	Il·luminació	Total	Total +10%
Reunions	1168	580	640	500	1392	4280	4708
Servei_5	131	232	256	500	195	1315	1447
					TOTAL	5595	6155

- Càrregues tèrmiques totals del circuit: 13201 W.**Taula 2.69. Resum càrregues tèrmiques del circuit 4.**

- Circuit 5:**c) Càrregues tèrmiques per infiltracions.**

Càrrega sensible	1679 W
Càrrega latent	4167 W
TOTAL	5846 W

Taula 2.70. Càrregues tèrmiques per infiltracions**d) Càrregues tèrmiques per conducció, convecció, radiació,
ocupació, il·luminació i maquinària.****- Recepció i passadís (planta baixa)****CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ****(Recepció)**

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior		
- Sud – Est	39	0
- Nord – Est	40	0
- Nord – Oest	10	0
Paret interior		
-amb servei 4	0	0
-amb servei 6	0	0
-amb passadís	0	0
-amb ascensor	8	0
Finestra (vidre) (Sud - Est)	300	65
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	164	70
Finestra (marc)	71	0
Coberta	254	0
Sòl	0	0
Pont tèrmic (pilars)	24	0
Pont tèrmic (contorn forats)	36	0

(Passadís)

Paret interior		
-amb ascensor	7	0
-amb despatx_6	0	0
-amb despatx_5	0	0
-amb despatx_7	0	0
-amb sala reunions_2	0	0
-amb bany_5	0	0
-amb bany_4	0	0
-amb bany_6	0	0
Porta		
-amb despatx_5	0	0
- amb despatx_6	0	0
- amb servei_5	0	0
- amb servei_4	0	0
- amb servei_6	0	0
- amb despatx_7	0	0
- amb sala reunions	0	0
Coberta	73	0
Sòl	0	0
TOTAL	1026	135

Taula 2.71. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació**CÀRREGA PER OCUPANTS**

Nombre de persones	9
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	522 W
Càrrega latent total	576 W
TOTAL	1098W

Taula 2.72. Càrregues tèrmiques per ocupació**CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ**

Tipus de lluminària	TLD 36W/33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	36 W
Nombre de lluminàries	29
Potència total	1044W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	1253 W

Taula 2.73. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

- 1 ordinador	150 W
-1 Fax	15 W
-1 impressora	40 W
TOTAL	205 W

Taula 2.74. Càrregues tèrmiques deguda a màquines

- Servei_4 (planta primera)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior (Sud-Est)	32	0
Paret interior		
- amb Servei_5	0	0
- amb Servei_6	0	0
- amb recepció	0	0
- amb passadís	0	0
Porta		
- amb passadís	0	0
Coberta	85	0
Sòl	0	0
Pont tèrmic (pilars)	24	0
TOTAL	141	0

Taula 2.75. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció – radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	4
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	232 W
Càrrega latent total	256 W
TOTAL	488 W

Taula 2.76. Càrregues tèrmiques per ocupació**CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ**

Tipus de lluminària	TLD 18W /33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	18 W
Nombre de lluminàries	10
Potència total	180W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	216 W

Taula 2.77. Càrregues tèrmiques per il·luminació.**CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES**

1 assecador	500 W
TOTAL	500 W

Taula 2.78. Càrregues tèrmiques degudes a màquines**RESUM I CÀRREGUES TÈRMIQUES TOTALS DEL CIRCUIT 5.****- Càrregues tèrmiques per infiltració [W].**

Total	Total +10%
5846 W	6431 W

- Càrregues per conducció, convecció, radiació, ocupació, maquinària i il·luminació [W].

Sala	Conducció Convecció Radiació	Ocupació (sensible)	Ocupació (latent)	Màquines	Il·luminació	Total	Total +10%
Recepció	1161	522	576	205	1253	3717	4089
Servei_4	141	232	256	500	216	1345	1480
					TOTAL	5062	5569

- Càrregues tèrmiques totals del circuit: 12000 W.**Taula 2.79. Càrregues tèrmiques per infiltracions**

- Circuit 6:**a) Càrregues tèrmiques per infiltracions.**

Càrrega sensible	1840 W
Càrrega latent	4565 W
TOTAL	6405 W

Taula 2.80. Càrregues tèrmiques per infiltracions**b) Càrregues tèrmiques per conducció, convecció, radiació, ocupació, il·luminació i maquinària.****- Despatx 5 (planta primera)****CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ**

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior		
-(Nord – Est)	33	0
-(Nord – Oest)	40	0
Paret interior		
-amb passadís	0	0
-amb ascensor	9	0
-amb despatx 6	0	0
Porta		
- amb passadís	0	0
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	144	61
Finestra (marc)	42	0
Coberta	104	0
Sòl	43	0
Pont tèrmic (pilars)	27	0
Pont tèrmic(contorn forats)	17	0
Pont tèrmic (persiana)	5	0
TOTAL	464	61

Taula 2.81. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	3
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	174 W
Càrrega latent total	192 W
TOTAL	366 W

**Taula 2.82. Càrregues tèrmiques
per ocupació**

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 58W-R /840 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	58 W
Nombre de lluminàries	10
Potència total	580 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	696 W

Taula 2.83. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

-1 ordinador	150W
-1 impressora	40W
TOTAL	190 W

**Taula 2.84. Càrregues tèrmiques deguda
a màquines**

- Despatx_6 (planta primera)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior (Nord – Oest)	24	0
Paret interior		
- amb passadís	0	0
- amb despatx_7	0	0
- amb_despatx_5	0	0
Porta		
- amb_passadís	0	0
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	144	61
Finestra (marc)	42	0
Coberta	78	0
Sòl	0	0
Pont tèrmic (pilars)	19	0
Pont tèrmic(contorno forats)	17	0
Pont tèrmic (persiana)	5	0
TOTAL	329	61

Taula 2.85. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció - radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	3
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	174 W
Càrrega latent total	192 W
TOTAL	366 W

**Taula 2.86. Càrregues tèrmiques
per ocupació**

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 58W-R /840 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	58 W
Nombre de lluminàries	10
Potència total	580 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	696 W

Taula 2.87. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

-1 ordinador	150W
-1 impressora	40W
TOTAL	190 W

Taula 2.88. Càrregues tèrmiques deguda a màquines

- Despatx 7 (planta primera)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret exterior		
- (Nord – Oest)	26	0
- (Sud – Oest)	47	0
Paret interior		
- amb despatx_6	0	0
- amb passadis	0	0
- amb sala_reunions	0	0
Porta		
- amb passadis	0	0
Finestra (vidre) (Nord – Oest)	144	61
Finestra (marc)	42	0
Coberta	97	0
Sòl	0	0
Pont tèrmic (pilars)	27	0
Pont tèrmic(contorn forats)	17	0
Pont tèrmic (persiana)	5	0
TOTAL	405	61

Taula 2.89. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció – radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	4
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	232 W
Càrrega latent total	256 W
TOTAL	488 W

Taula 2.90. Càrregues tèrmiques
per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 58W-R /840 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	58 W
Nombre de lluminàries	11
Potència total	638 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	766 W

Taula 2.100. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

-1 ordinador	150W
-1 impressora	40W
TOTAL	190 W

Taula 2.101. Càrregues tèrmiques deguda
a màquines

- Servei 6 (planta primera)

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ – RADIACIÓ

	Càrrega tèrmica per convecció conducció [W]	Càrrega tèrmica per radiació [W]
Paret interior		
- amb bany_1	0	0
- amb vestibul_2	0	0
- amb passadís	0	0
Porta		
- amb passadís	0	0
Coberta	32	0
Sòl	0	0
TOTAL	32	0

Taula 2.102. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció – radiació

CÀRREGA PER OCUPANTS

Nombre de persones	1
Calor sensible per persona	58 W
Calor latent per persona	64 W
Càrrega sensible total	58 W
Càrrega latent total	64 W
TOTAL	122 W

Taula 2.103. Càrregues tèrmiques
per ocupació

CÀRREGA PER IL·LUMINACIÓ

Tipus de lluminària	TLD 18W /33 (PHILIPS)
Potència unitària per lluminària	18 W
Nombre de lluminàries	3
Potència total	54 W
Factor de simultaneïtat	1
TOTAL	65 W

Taula 2.104. Càrregues tèrmiques per il·luminació.

CÀRREGA DEGUDA A MÀQUINES

-----	0 W
TOTAL	0 W

Taula 2.105. Càrregues tèrmiques degudes
a màquines

RESUM I CÀRREGUES TÈRMIQUES TOTALS DEL CIRCUIT 6.

- Càrregues tèrmiques per infiltració [W].

Total	Total +10%
6405 W	7046 W

- Càrregues per conducció, convecció, radiació, ocupació, maquinària i
il·luminació [W].

Sala	Conducció Convecció Radiació	Ocupació (sensible)	Ocupació (latent)	Maquines	Il·luminació	Total	Total +10%
Despatx_5	525	174	192	190	696	1777	1955
Despatx_6	390	174	192	190	696	1642	1807
Despatx_7	466	232	256	190	766	1910	2101
Servei_6	32	58	64	0	65	219	241
					TOTAL	5548	6104

- Càrregues tèrmiques totals del circuit: 13150W.

Taula 2.106. Resum càrregues tèrmiques del circuit 6

2.1.1 Selecció de l'element difusor i reixetes de retorn.

Per realitzar la difusió de l'aire de ventilació en les diferents sales s'ha optat per utilitzar difusors circulars d'alumini amb comporta d'ajust, tal i com es mostra en la figura 2.7, situats en el sostre de les diferents dependències. En la taula 2.106 es mostren els cabals màxims i mínims que pot subministrar el difusor en funció de la seva dimensió.

Tamaño	V_{\max}		V_{\min}		$L_{WA \max}$ dB(A)
	l/s	m ³ /h	l/s	m ³ /h	
1	80	290	20	70	40
2	120	430	30	110	40
3	180	650	50	180	40
4	230	830	80	290	40
5	300	1080	110	395	40
6	360	1295	140	505	40
7	440	1585	180	650	40
8	500	1800	220	790	40

Taula 2.106. Cabals dels difusors.

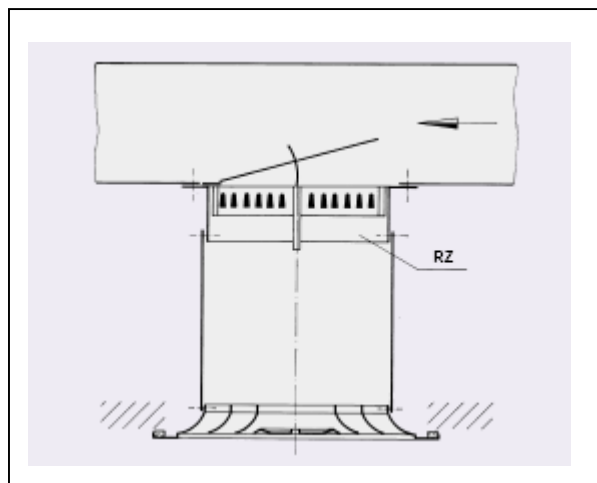


Figura 2.7 connexió del difusor

El retorn de l'aire es realitzarà mitjançant reixetes d'aleta fixa inclinades 45°. La selecció de la reixeta dependrà del cabal que he de retornar, segons la següent taula:

TABLA DE SELECCION PARA REJILLAS DE RETORNO RH - RV																							
L x H		200 x 100		300 x 100		400 x 100				600 x 100													
				200 x 150				300 x 150		400 x 150		500 x 150				600 x 150		800 x 150		1200 x 150			
						200 x 200				300 x 200						400 x 200				600 x 200		900 x 200	
																		300 x 300		400 x 300		600 x 300	
Aef		0,006		0,01		0,012		0,015		0,02		0,025		0,029		0,03		0,04		0,062			
Q(m³/h)\Montaje		C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P		
100	Vef	4,6	4,6	2,8	2,8	2,3	2,3	1,9	1,9														
	APt	18	16	7	6,3	5	4,5	3,5	3														
150	Vef	6,9	6,9	4,2	2,8	3,5	3,5	2,8	2,8	2,1	2,1	1,7	1,7										
	APt	43	39	17	15	11	10	7	6	4	3,5	3	2,5										
200	Vef	9,3	9,3	5,6	5,6	4,6	4,6	3,7	3,7	2,8	2,8	2,2	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9						
	APt	80	72	29	26	18	16	13	12	7	6	4	3,5	3,5	3	3,5	3						
300	Vef			8,3	8,3	6,9	6,9	5,6	5,6	4,2	4,2	3,3	3,3	2,9	2,9	2,8	2,8	2,1	2,1				
	APt			60	54	43	39	29	26	17	15	10	8,8	8	7	7	6	4	3				
400	Vef					9,3	9,3	7,4	7,4	5,6	5,6	4,4	4,4	3,8	3,8	3,7	3,7	2,8	2,8	1,8	1,8		
	APt					80	72	50	45	29	26	18	16	14	12	13	11	7	6	3,2	2,7		
500	Vef							9,3	9,3	6,9	6,9	5,6	5,6	4,8	4,8	4,6	4,6	3,5	3,5	2,2	2,2		
	APt							80	72	43	38	29	26	20	17	18	15	11	9	4	3,3		
600	Vef									8,3	8,3	6,7	6,7	5,7	5,7	5,6	5,6	4,2	4,2	2,7	2,7		
	APt									60	53	42	37	30	26	29	25	17	14	6,8	5,6		

700	Vef					97, 9,7	7,8	7,8	6,7	6,7	6,5	6,5	4,9	4,9	3,1	3,1
	APt					85	75	55	48	42	36	40	34	22	19	8
800	Vef						8,9	8,9	7,7	7,7	7,4	7,4	5,6	5,6	3,6	3,6
	APt						70	62	52	44	50	43	29	25	12	10
900	Vef								8,6	8,6	8,3	8,3	6,2	6,2	4	4
	APt								65	55	60	51	33	28	15	12
1000	Vef								9,6	9,6	9,3	9,3	6,9	6,9	4,5	4,5
	APt								82	70	80	68	43	37	17	14
1500	Vef														6,7	6,7
	APt			<25 dB(A)											42	35
2000	Vef			25/35dB(A)											9	9
	APt			35/45 dB (A)											71	59
3000	Vef															
	APt															
4000	Vef															
	APt															

Taula 2.107. Característiques de les reixetes de retorn

Aef : Area efectiva (m²).

Q : Caudal (m³/h).

APt : Pèrdua de càrrega (Pa).

Vef : Velocitat efectiva (m/s).

En la següent taula es mostren els difusors i les reixetes seleccionades:

Circuit	Sala	Difusor Impulsió	Nº Difusors	Reixeta Retorn	Nº Reixetes
1	instal·lacions	TROX ADLR (T3)	1	-----	0
	magatzem	TROX ADLR (T2)	1	AIRFLOW (300x150)	1
	despatx_2	TROX ADLR (T8)	1	AIRFLOW (600x300)	1
	despatx_3	TROX ADLR (T8)	1	AIRFLOW (600x300)	1
	bany_3	TROX ADLR (T4)	1	-----	0
2	reunions	TROX ADLR (T7)	3	AIRFLOW (600x300)	2
		-----		AIRFLOW (600x200)	1
3	bany_2	TROX ADLR (T6)	1	-----	0
	espera	TROX ADLR (T6)	3	AIRFLOW (600x300)	2
4		-----		AIRFLOW (600x200)	1
	bany_1	TROX ADLR (T6)	1	-----	0
5	reunions	TROX ADLR (T7)	3	AIRFLOW (600x300)	2
		-----		AIRFLOW (600x200)	1
6	bany_5	TROX ADLR (T6)	1	-----	0
	espera	TROX ADLR (T6)	3	AIRFLOW (600x300)	2
7		-----		AIRFLOW (600x200)	1
	bany_4	TROX ADLR (T6)	1	-----	0
	despatx_5	TROX ADLR (T8)	1	AIRFLOW (600x300)	1
	despatx_6	TROX ADLR (T7)	1	AIRFLOW (600x300)	1
8	despatx_7	TROX ADLR (T8)	1	AIRFLOW (600x300)	1
	bany_6	TROX ADLR (T4)	1	-----	0

Taula 2.108. Reixetes i difusors.

2.1.2 Càlcul del cabal d'aire a subministrar.

La potència frigorífica total introduïda en les diferents sales ha de ser igual o superior a les càrregues tèrmiques obtingudes en les mateixes. Els conductes d'aire hauran de repartir la potència frigorífica de forma proporcional amb les càrregues tèrmiques obtingudes en cada sala. D'aquesta manera la sala amb major càrrega tèrmica disposarà del percentatge més alt de potència frigorífica del circuit, i es destinarà el menor percentatge de potència frigorífica a la sala amb menor càrrega tèrmica.

El percentatge de potència frigorífica introduïda en les diferents sales serà el mateix percentatge de cabal introduït.

D'aquesta manera, utilitzant les següents expressions, s'obté el cabal introduït en cada sala.

$$\% = \left(\frac{P_s}{P_T} \right) \cdot 100 = \left(\frac{Q_s}{Q_T} \right) \cdot 100 \quad (2.21)$$

On:

- % : Percentatge de potència frigorífica i de cabal a introduir en la sala.
- P_s : Potència frigorífica de la sala (sense infiltracions).[W]
- P_T : Potència frigorífica total del circuit (sense infiltracions).[W]
- Q_s : Cabal introduït en la sala (sense infiltracions).[m^3 / h].
- Q_T : Cabal total del circuit (sense infiltracions). [m^3 / h].

Els resultats obtinguts es mostren en les següents taules:

- Circuit 1.

Sala	Càrrega tèrmica de la sala (sense infiltracions) [W]	Potència frigorífica introduïda en la sala [W]	Percentatge de potència frigorífica a introduïda en la sala [%]	Cabal introduït [m^3 / h]
Despatx_2	1774	2101	34,62	869
Despatx_3	1995	2348	38,69	971
Servei_3	663	849	13,98	351
Instal·lacions	401	464	7,65	192
Magatzem	277	307	5,06	127
TOTAL	5110	6069	100	2510

Taula 2.109. Potència frigorífica i cabal introduït en les sales del circuit 1.

- Circuit_2.

Sala	Càrrega tèrmica de la sala (sense infiltracions) [W]	Potència frigorífica introduïda en la sala [W]	Percentatge de potència frigorífica a introduïda en la sala [%]	Cabal introduït [m^3 / h]
Reunions	4430	5217	75	2063
Servei_2	1360	1737	25	687
TOTAL	5790	6954	100	2750

Taula 2.110. Potència frigorífica i cabal introduït en les sales del circuit 2.**- Circuit_3.**

Sala	Càrrega tèrmica de la sala (sense infiltracions) [W]	Potència frigorífica introduïda en la sala [W]	Percentatge de potència frigorífica a introduïda en la sala [%]	Cabal introduït [m^3 / h]
Recepció	3695	4553	75	1883
Servei_1	1373	1516	25	627
TOTAL	5068	6069	100	2510

Taula 2.111. Potència frigorífica i cabal introduït en les sales del circuit 3.**- Circuit_4.**

Sala	Càrrega tèrmica de la sala (sense infiltracions) [W]	Potència frigorífica introduïda en la sala [W]	Percentatge de potència frigorífica a introduïda en la sala [%]	Cabal introduït [m^3 / h]
Reunions	4708	5217	75	2063
Servei_5	1447	1737	25	687
TOTAL	6155	6954	100	2750

Taula 2.112. Potència frigorífica i cabal introduït en les sales del circuit 4.

- Circuit_5.

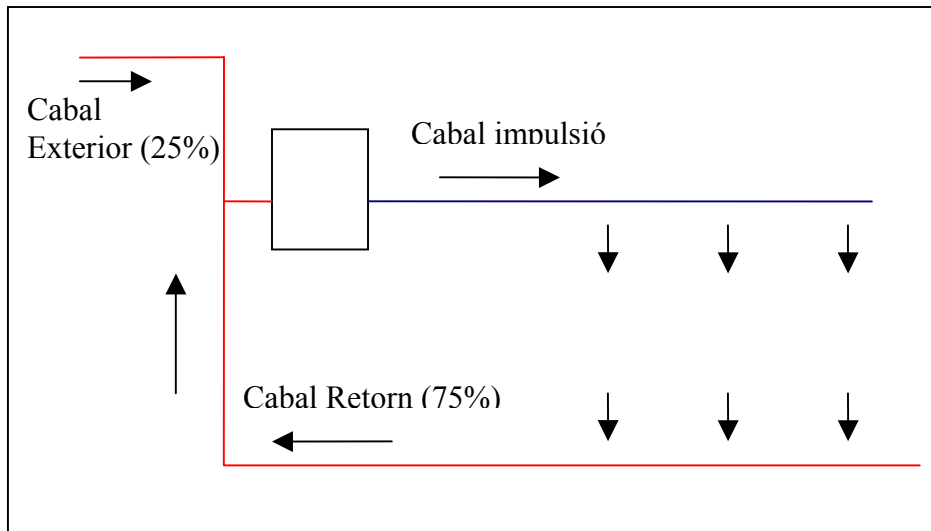
Sala	Càrrega tèrmica de la sala (sense infiltracions) [W]	Potència frigorífica introduïda en la sala [W]	Percentatge de potència frigorífica a introduïda en la sala [%]	Cabal introduït [m^3 / h]
Recepció	4089	4553	75	1883
Servei_4	1480	1516	25	627
TOTAL	5569	6069	100	2510

Taula 2.113. Potència frigorífica i cabal introduït en les sales del circuit 5.**- Circuit_6.**

Sala	Càrrega tèrmica de la sala (sense infiltracions) [W]	Potència frigorífica introduïda en la sala [W]	Percentatge de potència frigorífica a introduïda en la sala [%]	Cabal introduït [m^3 / h]
Despatx_5	1955	2058	29,6	814
Despatx_6	1807	1894	27,24	749
Despatx_7	2101	2213	31,82	875
Servei_6	241	789	11,34	312
TOTAL	6104	6954	100	2750

Taula 2.114. Potència frigorífica i cabal introduït en les sales del circuit 6.**2.1.3 Cabal mínim d'aire exterior.**

L'aire d'impulsió dels circuits estarà compost per un 75% d'aire de retorn i un 25% d'aire exterior, tal i com es mostra en la figura 2.7. L'objectiu d'introduir aire de l'exterior respon a la necessitat de renovar l'aire interior de les sales .

**Figura 2.7. esquema circuit aire**

L'aire introduït de l'exterior serà superior al nivell IDA 3 (8 l/s per persona).

2.1.4 Càlcul dels conductes d'aire d'impulsió i retorn.

L'aire fred que es produirà en la unitat interior de cada circuit es subministrarà a les diferents sales mitjançant conductes rectangulars del tipus Climaver, les dimensions dels quals permetran introduir en cada sala l'aire necessari per tal de vèncer les càrregues frigorífiques pertinents, així com assegurar la introducció del cabal d'aire exterior de ventilació.

Tots els circuits disposaran de la mateixa forma general. Partirà el conducte d'impulsió de la unitat interior que s'anirà reduint de secció a mesura que va perdent cabal d'aire pels diferents difusors. El conducte de retorn augmentarà de secció a mesura que anirà aspirant el cabal de recirculació per les diferents reixetes. Just abans de la unitat interior es produirà la mescla entre l'aire de recirculació i l'aire exterior.

2.1.4.1 Diàmetre equivalent.

Tot i que un conducte sigui rectangular és molt útil establir una comparació amb un conducte equivalent circular.

El conducte circular equivalent es defineix con aquell conducte que presenta la mateixa longitud, el mateix cabal i la mateixa pèrdua de càrrega que el conducte rectangular.

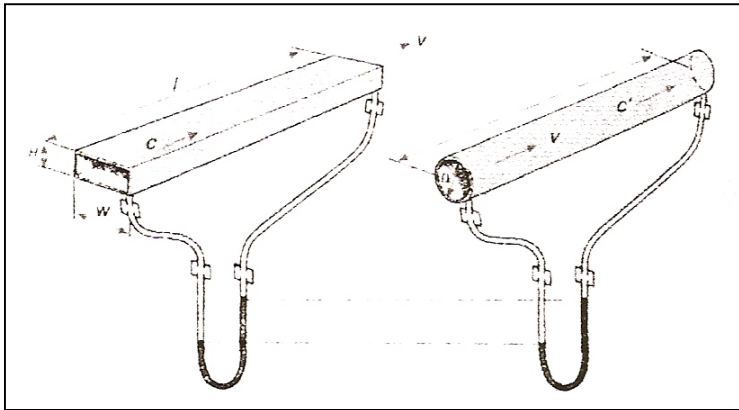


Figura 2.8. Conductes equivalents

Per tal d'obtenir el diàmetre equivalent a partir de les dimensions H i W del conducte rectangular es pot utilitzar la taula següent:

Longitud lado H mm.	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Longitud lado W mm.	D_e mm	D_e mm	D_e mm	D_e mm	D_e mm	D_e mm	D_e mm	D_e mm	D_e mm
250	210	244	273						
300	228	266	299	328					
350	215	286	322	354	362				
400	260	304	343	371	408	437			
450	274	321	363	399	433	463	491		
500	287	337	381	426	455	488	518	546	
550	298	351	397	439	476	511	543	573	601
600	310	365	413	457	496	533	566	598	628
650	321	378	428	474	515	553	588	622	658
700	331	390	443	490	533	573	610	644	688
750	340	402	456	505	550	591	630	666	700
800	350	413	469	520	566	610	649	686	721
850	359	424	482	534	582	626	667	706	743
900	367	434	494	548	593	643	685	725	763
950	375	444	505	560	611	658	702	744	783
1000	383	454	517	573	625	674	719	761	802
1050	391	463	527	586	639	689	735	778	820
1100	398	472	538	597	652	703	750	795	838
1150	406	481	548	609	665	717	765	811	855
1200	413	490	558	620	677	730	780	827	871
1250		498	568	631	689	743	794	842	887
1300		498	577	641	701	756	808	857	904
1350		514	586	652	712	768	822	872	919
1400		521	595	662	724	781	835	880	934
1450		531	604	672	734	793	848	900	955
1500		536	612	681	745	804	860	913	963
1550		543	620	690	755	816	872	926	979
1600			628	700	765	827	884	940	991
1700			644	717	785	848	908	964	1020
1800			659	734	804	869	936	998	1040
1900			674	751	822	889	949	1010	1070
2000			688	767	837	908	973	1030	1090
2100				782	857	927	993	1050	1110
2200				797	873	945	1010	1070	1130
2300				812	890	962	1030	1090	1160
2400				826	905	979	1050	1110	1180
2500					920	996	1070	1130	1200
2600					935	1010	1080	1150	1220
2700					950	1030	1100	1170	1240
2800					960	1040	1120	1190	1260
2900						1060	1130	1200	1280
3000						1070	1150	1220	1290
3100						1080	1160	1240	1310
3200						1100	1180	1250	1330
3300							1190	1270	1340
3400							1210	1290	1360
3500							1200	1300	1380
3600							1240	1320	1390

Taula 2.115. Diàmetres equivalents per diferents conductes rectangulars

Si es vol major exactitud es pot utilitzar la següent expressió:

$$D_e = 1,3 \cdot \frac{(W \cdot H)^{0,625}}{(W + H)^{0,250}} \quad (2.22)$$

On:

- D_e : diàmetre equivalent del conducte [m].
- W : amplada del conducte rectangular [m].
- H alçada del conducte rectangular [m].

2.1.4.2 Cabal i velocitat.

El cabal que circula per un conducte es calcula utilitzant la següent expressió:

$$Q = S \cdot V \quad (2.23)$$

On:

- Q : Cabal d'aire [m^3 / h].
- S : Secció del conducte [m^2].
- V : Velocitat de l'aire en el conducte [m / h].

Si es dissenya un conducte rectangular, l'àrea d'aquest serà :

$$S = W \cdot H \quad (2.24)$$

On:

- S : Secció del conducte [m^2].
- W : amplada del conducte rectangular [m].
- H alçada del conducte rectangular [m].

La velocitat de l'aire a través d'un conducte rectangular vindrà donada per l'expressió:

$$V = \frac{Q}{S} \quad (2.25)$$

On:

- V : Velocitat de l'aire en el conducte [m / h].
- Q : Cabal d'aire [m^3 / h].
- S : Secció del conducte [m^2].

La velocitat d'aire en un conducte rectangular no és la mateixa si es calcula amb el diàmetre equivalent, donat que la secció és diferent:

$$S_e = \pi \cdot \left(\frac{D_e}{2} \right)^2 \quad (2.26)$$

On:

- S_e : Secció equivalent circular [m^2].
- D_e : Diàmetre equivalent [m].

Per a un conducte rectangular la velocitat és menor que la corresponent en el seu conducte circular equivalent.

En les següents taules es mostren les característiques dels diferents trams de cada circuit (veure plànols 10 i 11).

- Circuit 1:

Tram	Longitud [m]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]	Dimensió H [mm]	Dimensió W[mm]	Secció [m^2]	Diàmetre equivalent [mm]	Accidents
A-B	2,5	2510	3	200	1160	0,232	480	-1Difusor -1Reducció
B-C	3	2318	3	200	1070	0,214	460	-1Difusor -1Reducció
C-D	2,5	2191	3	200	1010	0,202	450	-1bifurcació
D-E	3	1840	3	200	850	0,170	420	-2 Reduccions -1 Difusor
E-F	4	971	3	200	445	0,089	320	-1 Difusor
G-H	2,5	351	3	100	320	0,032	180	-1 Difusor
1_2	6	971	3	200	445	0,089	320	-1 Reixeta -1 Ampliació
2_3	5	1840	3	200	850	0,170	420	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	8	1883	3	200	870	0,174	420	-1 Reixeta -1 Colze
E_E'	1,5	627	3,548	-----	-----	0,053	250	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 2.116. Circuit 1

- Circuit 2:

Tram	Longitud [m]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	Secció [m^2]	Diàmetre equivalent [mm]	accidents
A-B	4	2750	3	200	1270	0,254	501	-1Difusor -1Reducció -1 Colze
B-C	4	2063	3	200	950	0,190	445	-1difusor -1Reducció
C-D	1	1375	3	200	630	0,127	374	-1Bifurcació
D-E	2	688	3	200	320	0,063	273	-1 Reducció -1 Difusor
D-F	3,5	687	3	200	320	0,063	273	-1 Difusor
1_2	3	688	3	200	320	0,063	273	-1 Reixeta -1 Ampliació
2_3	3,5	1376	3	200	630	0,127	374	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	1,5	2063	3	200	950	0,190	445	-1Difusor
E-E'	2,5	687	3,887	-----	-----	0,053	250	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 2.117. Circuit 2**- Circuit 3:**

Tram	Longitud [m]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	Secció [m^2]	Diàmetre equivalent [mm]	accidents
A-B	2,5	2510	3	200	1162	0,232	483	-1difusor -1Reducció
B-C	2,5	1883	3	200	871	0,174	428	-1difusor -1Reducció
C-D	5	1255	3	200	581	0,116	360	-1 Reducció -1 Difusor -2 Colzes
D-E	5,5	627	3	200	290	0,058	262	-1 Difusor
1_2	3	628	3	200	290	0,058	262	-1 Reixeta -1 Ampliació -1 Colze
2_3	3	1256	3	200	581	0,116	360	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	6	1883	3	200	871	0,174	428	-1 Reixeta -1 Ampliació
E_E'	2	627	3,548	-----	-----	0,053	250	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 2.118. Circuit 3

- Circuit 4:

Tram	Longitud [m]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	Secció [m^2]	Diàmetre equivalent [mm]	accidents
A-B	4	2750	3	200	1270	0,254	501	-1Difusor -1Reducció -1 Colze
B-C	4	2063	3	200	950	0,190	445	-1difusor -1Reducció
C-D	1	1375	3	200	630	0,127	374	-1Bifurcació
D-E	2	688	3	200	320	0,063	273	-1 Reducció -1 Difusor
D-F	3,5	687	3	200	320	0,063	273	-1 Difusor
1_2	3	688	3	200	320	0,063	273	-1 Reixeta -1 Ampliació
2_3	3,5	1376	3	200	630	0,127	374	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	1,5	2063	3	200	950	0,190	445	-1Difusor
E-E'	2,5	687	3,887	-----	-----	0,053	250	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 2.119. Circuit 4**- Circuit 5:**

Tram	Longitud [m]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	Secció [m^2]	Diàmetre equivalent [mm]	accidents
A-B	2,5	2510	3	200	1162	0,232	483	-1difusor -1Reducció
B-C	2,5	1883	3	200	871	0,174	428	-1difusor -1Reducció
C-D	5	1255	3	200	581	0,116	360	-1 Reducció -1 Difusor -2 Colzes
D-E	5,5	627	3	200	290	0,058	262	-1 Difusor
1_2	3	628	3	200	290	0,058	262	-1 Reixeta -1 Ampliació -1 Colze
2_3	3	1256	3	200	581	0,116	360	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	6	1883	3	200	871	0,174	428	-1 Reixeta -1 Colze
E_E'	2	627	3,548	-----	-----	0,053	250	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 2.120. Circuit 5

- Circuit 6:

Tram	Longitud [m]	Cabal [m ³ /h]	Velocitat [m/s]	Dimensió H[mm]	Dimensió W[mm]	Secció [m ²]	Diàmetre equivalent [mm]	accidents
A-B	3,5	2750	3	200	1273	0,254	501	-1 difusor -1 Reducció
B-C	3	1936	3	200	896	0,179	433	-Bifurcació
C-D	3	1624	3	200	751	0,150	402	-1 Reducció -1 Difusor
D-E	6,5	875	3	200	405	0,081	306	-1 Difusor -1 Reducció
C-F	3	312	3	100	288	0,028	179	-1 Difusor
1_2	7	875	3	200	405	0,081	306	-1 Reixeta -1 Ampliació
2_3	6,5	1624	3	200	751	0,150	402	-1 Reixeta -1 Ampliació
3_4	4,5	2063	3	200	954	0,190	445	-1 Reixeta -1 Ampliació
E-E'	1,5	687	3,887	-----	-----	0,053	250	-1 Regulador -1 bifurcació

Taula 2.121. Circuit 6**2.1.4.3 Determinació de la pèrdua de càrrega dels conductes d'aire.****a) Pèrdua de càrrega lineal:**

La pèrdua de càrrega lineal per fricció dels conductes climaver es calcula utilitzant la gràfica següent:

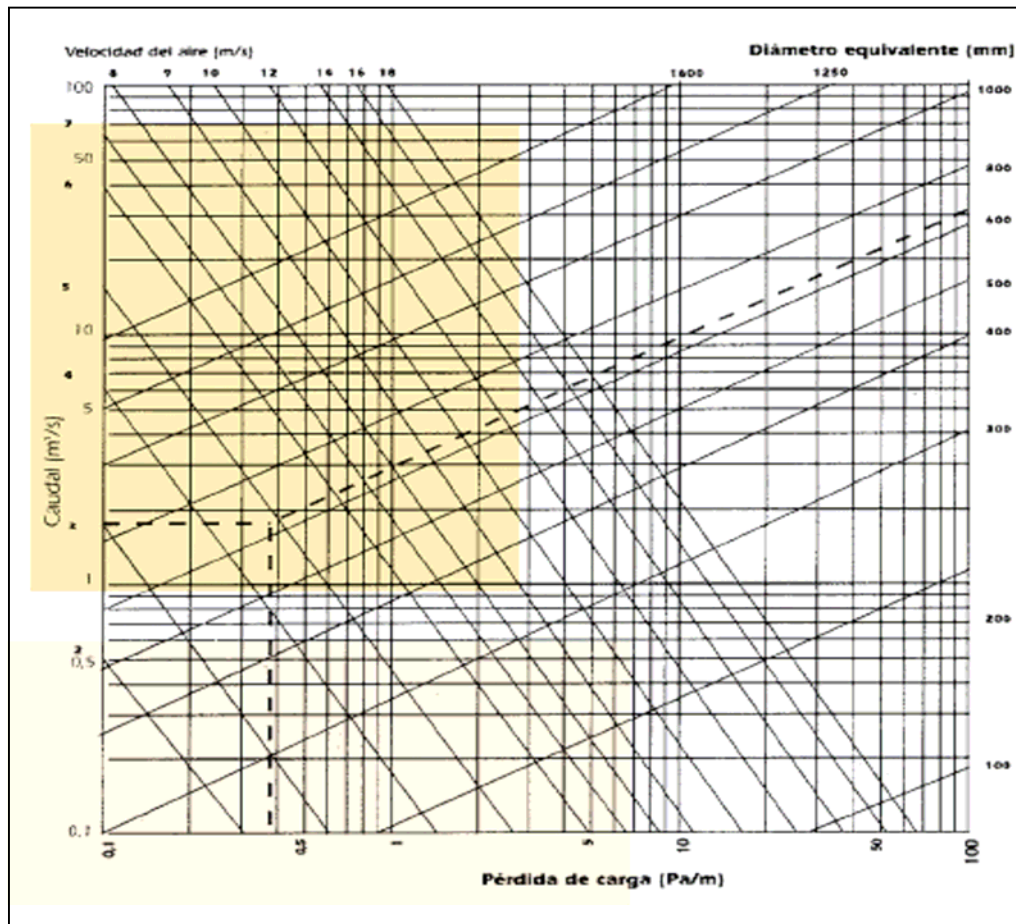


Figura 2.9. Pèrdues de càrrega lineals en conductes climaver.

Introduint el cabal i el diàmetre equivalent del conducte rectangular s'obté la pèrdua de càrrega per metre lineal. Un cop coneguda, es multiplica pels metres totals de conducte per tal d'obtenir la caiguda de pressió total del tram.

b) Pèrdua de càrrega dels accidents:

S'anomena accident a qualsevol alteració en la direcció o dimensions del conducte. Es diferencien els següents accidents:

- Colzes.
- Eixamplaments.
- Reduccions.
- Derivacions.
- Entrada d'aire a un conducte.
- Difusors.
- Reixetes de retorn.
- Reguladors de cabal.

Per realitzar els càlculs de les pèrdues de càrrega dels accidents s'utilitza el mètode del coeficient “n” (excepte per als difusors, reixetes de retorn i reguladors de cabal). Aquest mètode es basa en calcular la pèrdua de càrrega originada per cada accident utilitzant la següent expressió:

$$\Delta P = n \cdot P_d \quad (2.27)$$

On:

- ΔP : Pèrdua originada per l'accident [mm c.d.a].
- n: Factor “n”
- P_d : Pressió dinàmica de l'aire [mm c.d.a].

La pressió dinàmica de l'aire en el conducte es calcula utilitzant la següent gràfica:

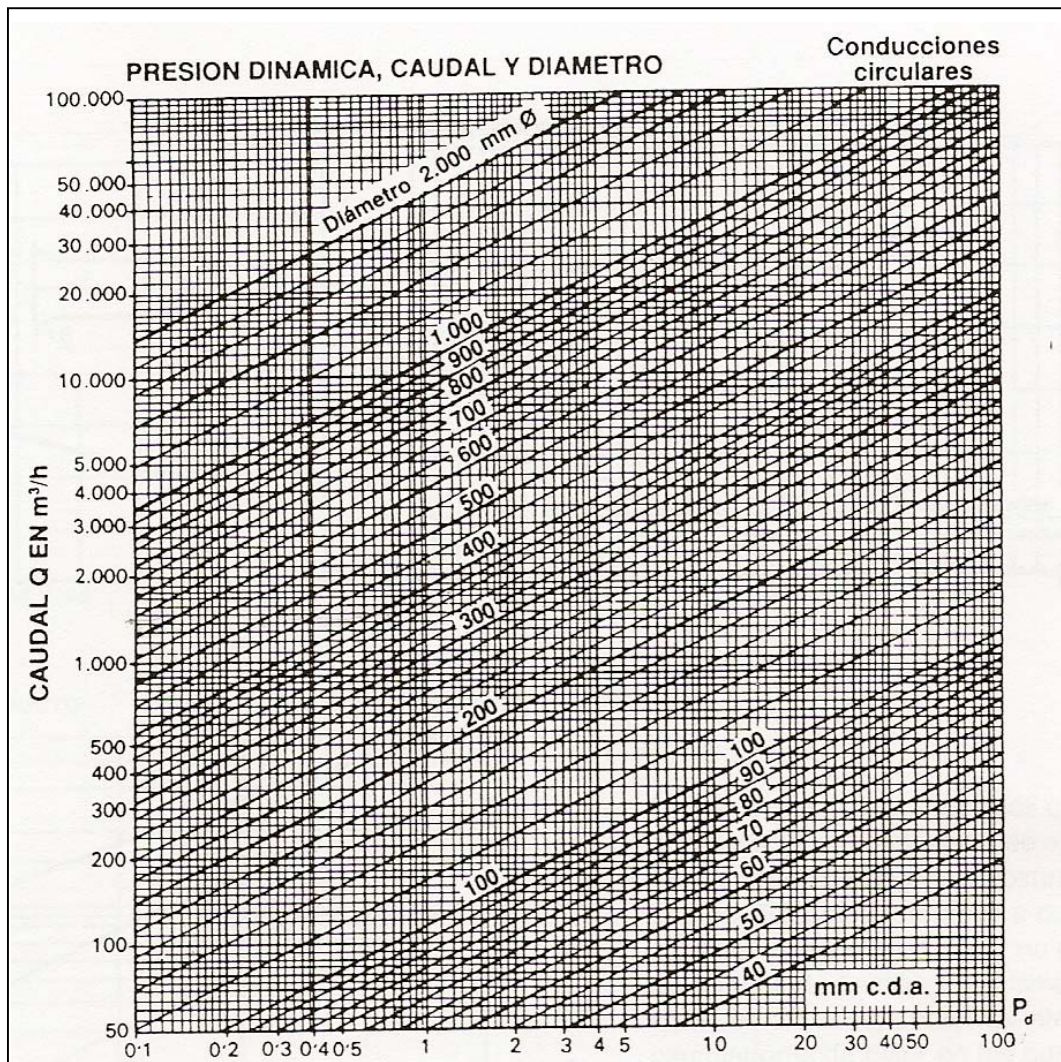
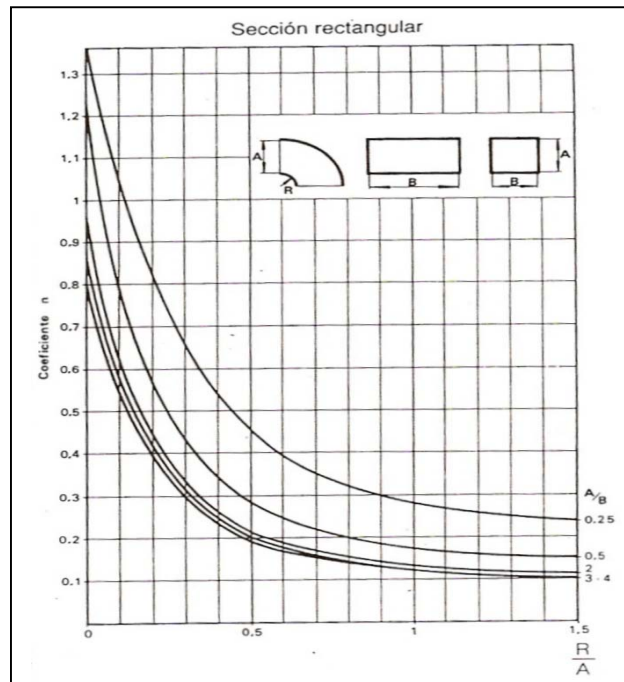


Figura 2.9. Pressió dinàmica de l'aire en l'interior de conductes

Introduint el cabal i el diàmetre equivalent del conducte s'obté la pressió dinàmica pertinent.

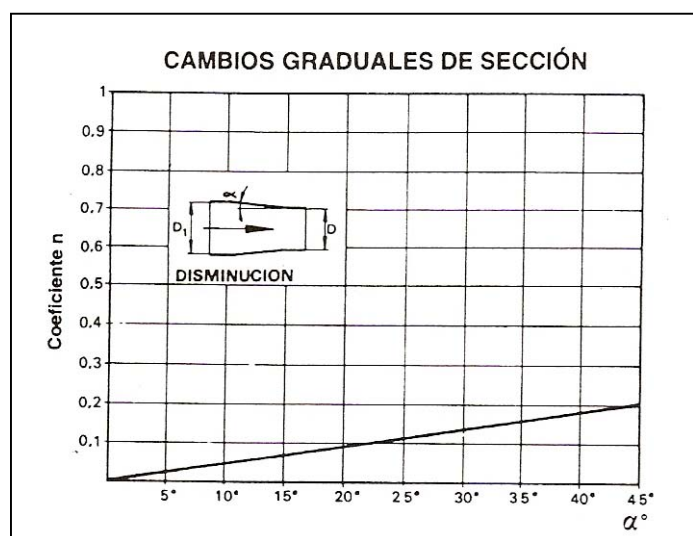
El factor “n” es calcula utilitzant les següents gràfiques:

▪ Colzes.



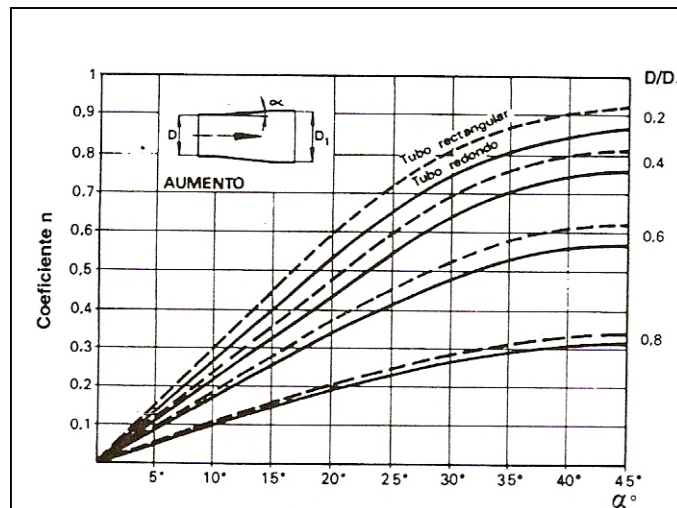
Taula 2.122. Coeficient “n” per a colzes.

▪ Reduccions.



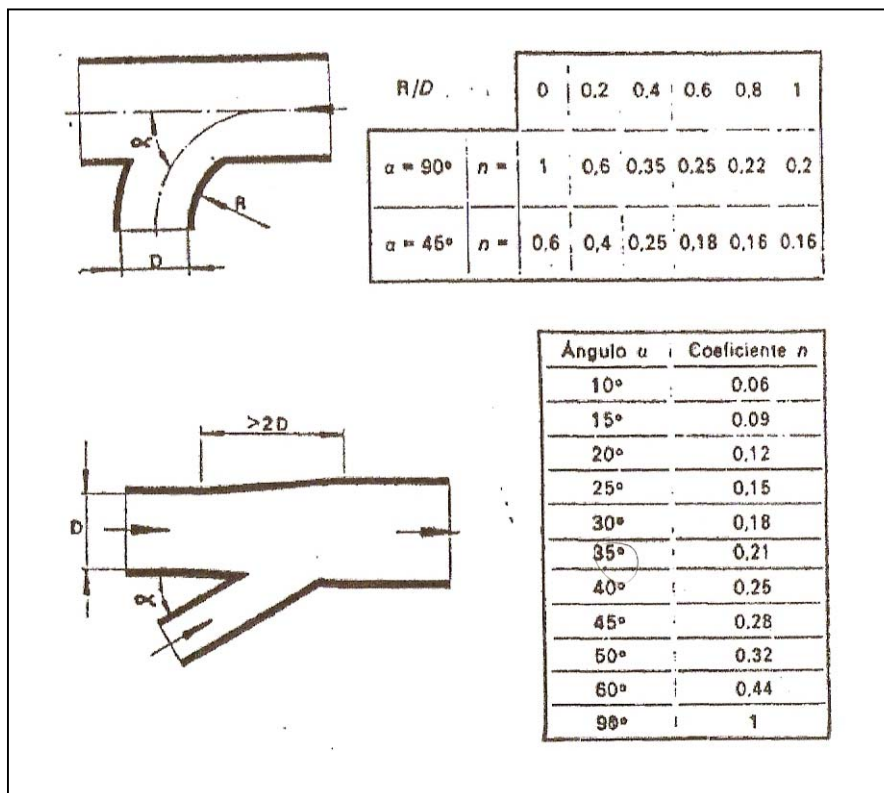
Taula 2.123. Coeficient “n” per a reduccions.

- Eixamplaments.



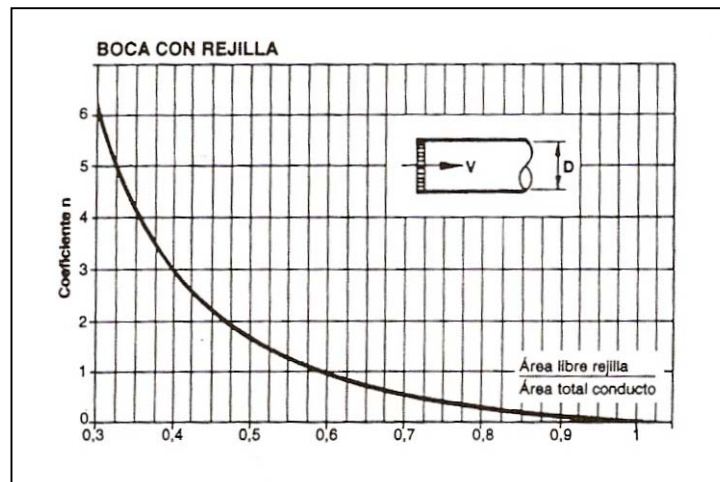
Taula 2.124. Coeficient “n” per a eixamplaments.

- Derivacions.



Taula 2.125. Coeficient “n” per a derivacions.

- Entrada d'aire en un conducte.



Taula 2.126 Coeficient “n” per a entrada d'aire en conductes.

- Pèrdues de càrrega degudes als difusors.

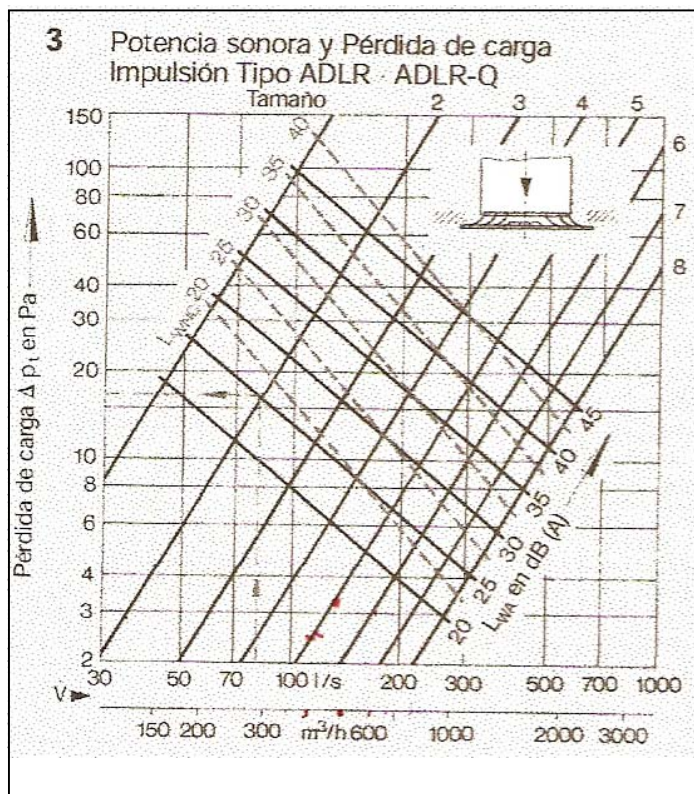


Figura 2.10. Pèrdues de càrrega dels difusors.

- Pèrdues de càrrega degudes a les reixetes de retorn: Veure Taula 2.107.

- Pèrdues de càrrega degudes als reguladors de cabal.

La funció del regulador de caudal dels conductes d'aire és generar una pèrdua de càrrega extra en el conducte que aporta aire de l'exterior amb la finalitat d'equilibrar el caudal. La pèrdua de càrrega generada dependrà de la inclinació que adopti la lama interior del regulador. Si existeix un excés de caudal es generarà la pèrdua de càrrega pertinent per a obtenir el caudal desitjat.

2.1.4.4 Pèrdua de càrrega total dels circuits de ventilació i refrigeració.

En cada circuit de conductes d'aire es diferencien dos parts generals (impulsió i aspiració), tal i com es mostra en el següent esquema:

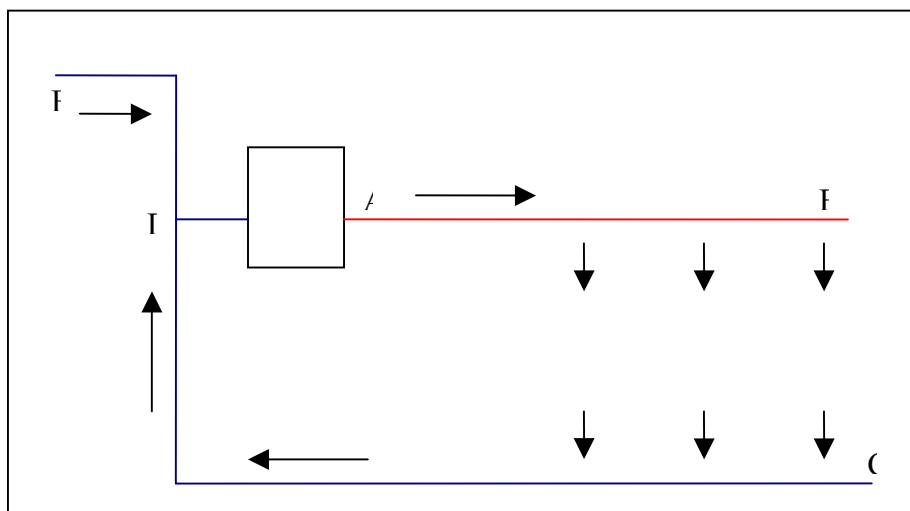


Figura 2.11. Esquema circuits aire.

- a) Conducte d'impulsió d'aire (tram A-B): Parteix de la unitat interior. Reparteix els cabal d'aire a les diferents sales mitjançant els difusors.

b) Conductes d'aspiració d'aire (trams C-D i E-D): Arriben a la unitat interior.

Condueixen l'aire de recirculació i l'aire exterior fins la unitat interior.

Donat que les pressions de l'aire en els punts "C" i "E" son les mateixes, la pèrdua de càrrega generada en els trams "C-D" i "E-D" serà la mateixa. Per tal d'equilibrar el circuit, es a dir, d'aconseguir els cabals requerits en els dos trams, es disposarà un regulador de cabal en el conducte que aporta aire de l'exterior (tram E-D). Els trams citats s'especifiquen en els plànols 10 i 11.

Els resultats de les pèrdues de càrrega es mostren en les taules següents:

- Circuit 1:

	Tram	Pèrdua de càrrega lineal [Pa]	Pèrdua de càrrega local [Pa]	Pèrdua de càrrega total [Pa]
Impulsió	A-B	0,525	4,5286	5,0536
Impulsió	B-C	0,63	3,141	3,771
Impulsió	C-D	0,525	1,4112	1,9362
Impulsió	D-E	0,75	3,382	4,132
Impulsió	E-F	1,6	3	4,6
Impulsió	G-H	1,25	3,5	4,75
Retorn	1_2	2,4	18,764	21,164
Retorn	2_3	1,25	15,882	17,132
Retorn	3_4	2	7,91	9,91
Aire exterior	E_E'	0,75	4,655	5,405

Taula 2.127 .Pèrdua de càrrega dels trams del circuit 1.

La pèrdua de càrrega total dels trams de retorn ha de ser la mateixa que la del tram d'aire exterior. Sumand les pèrdues de càrrega dels trams de retorn de la taula anterior resulta un total de **48,206 Pa**, diferent a la pèrdua de càrrega del tram d'aire exterior de **5,405 Pa**. Amb aquestes condicions la instal·lació equilibrarà aquestes pèrdues de càrrega modificant els cabals que circulen pels conductes, i conseqüentment, introduint al circuit cabals diferents als

projectats. Per evitar això es disposarà un regulador de caudal instal·lat en el conducte que introdueix aire de l'exterior (el que té menys pèrdua de càrrega) amb l'objectiu d'augmentar la pèrdua de càrrega fins al mateix valor que la pèrdua de pressió que generen els trams de retorn (48,206 Pa). La pèrdua de càrrega que proporcionarà el regulador serà de **42,801 Pa**. Donat que els trams d'impulsió sumen una pèrdua de pressió total de **24,2428 Pa**, la pèrdua de càrrega total del circuit serà de **72,448 Pa**, inferior als **130 Pa** proporcionats pel ventilador de la unitat interior.

La ramificació G-H haurà de generar la mateixa pèrdua de càrrega que la pèrdua de pressió generada entre els punt D i F. S'instal·larà un regulador de caudal que produeixi una pèrdua de càrrega de **3,982 Pa** per tal d'equilibrar les ramificacions.

En la següent taula es mostra, a mode de resum, les dades exposades anteriorment:

Pèrdues trams impulsio [Pa]	Pèrdues trams retorn [Pa]	Pèrdues tram aire exterior [Pa]	Pèrdua regulador caudal de l'aire exterior [Pa]	Pèrdua regulador caudal del tram G-H [Pa]	Pèrdua total circuit_1 [Pa]	Pèrdua total circuit_1 (+10%) [Pa]
19,4928	48,206	5,405	42,801	3,98	67,698	75

Taula 2.128. Pèrdua de càrrega del circuit 1

- Circuit 2:

	Tram	Pèrdua de càrrega lineal [Pa]	Pèrdua de càrrega singular [Pa]	Pèrdua de càrrega total [Pa]
Impulsió	A-B	0,8	6,3336	7,1336
Impulsió	B-C	1	2,541	3,541
Impulsió	C-D	0,35	1,8522	2,2022
Impulsió	D-E	1	2,1	3,1
Impulsió	D-F	1,75	2,1	3,1
Retorn	1_2	1,5	23,764	25,264
Retorn	2_3	1,225	9,764	10,989
Retorn	3_4	0,375	10,205	10,58
Aire Exterior	E-E'	1,25	4,9	6,15

Taula 2.129. Pèrdua de càrrega dels trams del circuit 2.

La pèrdua de càrrega total dels trams de retorn ha de ser la mateixa que la del tram d'aire exterior. Sumant les pèrdues de càrrega dels trams de retorn de la taula anterior resulta un total de **46,833 Pa**, diferent a la pèrdua de càrrega del tram d'aire exterior de **6,15 Pa**. Amb aquestes condicions la instal·lació equilibrarà aquestes pèrdues de càrrega modificant els cabals que circulen pels conductes, i consegüentment, introduint al circuit cabals diferents als projectats. Per evitar això es disposarà un regulador de caudal instal·lat en el conducte que introdueix aire de l'exterior (el que té menys pèrdua de càrrega) amb l'objectiu d'augmentar la pèrdua de càrrega fins al mateix valor que la pèrdua de pressió que generen els trams de retorn (46,833 Pa). La pèrdua de càrrega que proporcionarà el regulador serà de **40,683 Pa**. Donat que els trams d'impulsió sumen una pèrdua de pressió total de **19,8268 Pa**, la pèrdua de càrrega total del circuit serà de **66,659 Pa**, inferior als **130 Pa** proporcionats pel ventilador de la unitat interior.

En la següent taula es mostra, a mode de resum, les dades exposades anteriorment:

Pèrdues trams impulsio [Pa]	Pèrdues trams retorn [Pa]	Pèrdues tram aire exterior [Pa]	Pèrdua regulador caudal [Pa]	Pèrdua total circuit_2 [Pa]	Pèrdua total circuit_2 (+10%) [Pa]
15,9768	46,833	6,15	40,683	62,8098	69

Taula 2.130. Pèrdua de càrrega del circuit 2

- Circuit 3:

	Tram	Pèrdua de càrrega lineal [Pa]	Pèrdua de càrrega singular [Pa]	Pèrdua de càrrega total [Pa]
Impulsió	A-B	0,525	4,0286	4,5536
Impulsió	B-C	0,525	2,441	2,966
Impulsió	C-D	1,75	5,969	7,719
Impulsió	D-E	2,75	2	4,75
Retorn	1_2	1,5	26,41	27,91
Retorn	2_3	1,05	9,764	10,814
Retorn	3_4	1,26	12,41	13,67
Aire Exterior	E_E'	1	4,7025	5,7025

Taula 2.131. Pèrdua de càrrega dels trams del circuit 3.

La pèrdua de càrrega total dels trams de retorn ha de ser la mateixa que la del tram d'aire exterior. Sumant les pèrdues de càrrega dels trams de retorn de la taula anterior resulta un total de **52,394 Pa**, diferent a la pèrdua de càrrega del tram d'aire exterior de **5,7025 Pa**. Amb aquestes condicions la instal·lació equilibrarà aquestes pèrdues de càrrega modificant els cabals que circulen pels conductes, i consegüentment, introduint al circuit cabals diferents als projectats. Per evitar això es disposarà un regulador de caudal instal·lat en el conducte que introdueix aire de l'exterior (el que té menys pèrdua de càrrega) amb l'objectiu d'augmentar la pèrdua de càrrega fins al mateix valor que la pèrdua de pressió que generen els trams de retorn (52,394 Pa). La pèrdua de càrrega que proporcionarà el regulador serà de **46,6915 Pa**. Donat que els trams d'impulsió sumen una pèrdua de pressió total de **19,9886 Pa**, la pèrdua de càrrega total del circuit serà de **72,3826 Pa**, inferior als **130 Pa** proporcionats pel ventilador de la unitat interior. En la següent taula es mostra, a mode de resum, les dades exposades anteriorment:

Pèrdues trams impulsio [Pa]	Pèrdues trams retorn [Pa]	Pèrdues tram aire exterior [Pa]	Pèrdua regulador caudal [Pa]	Pèrdua total circuit_3 [Pa]	Pèrdua total circuit_3 (+10%) [Pa]
19,9886	52,394	5,7025	46,6915	72,3826	80

Taula 2.132. Pèrdua de càrrega del circuit 3

- Circuit 4:

	Tram	Pèrdua de càrrega lineal [Pa]	Pèrdua de càrrega singular [Pa]	Pèrdua de càrrega total [Pa]
Impulsió	A-B	0,8	6,3336	7,1336
Impulsió	B-C	1	2,541	3,541
Impulsió	C-D	0,35	1,8522	2,2022
Impulsió	D-E	1	2,1	3,1
Impulsió	D-F	1,75	2,1	3,1
Retorn	1_2	1,5	23,764	25,264
Retorn	2_3	1,225	9,764	10,989
Retorn	3_4	0,375	10,205	10,58
Aire Exterior	E-E'	1,25	4,9	6,15

Taula 2.133. Pèrdua de càrrega dels trams del circuit 4.

La pèrdua de càrrega total dels trams de retorn ha de ser la mateixa que la del tram d'aire exterior. Sumant les pèrdues de càrrega dels trams de retorn de la taula anterior resulta un total de **46,833 Pa**, diferent a la pèrdua de càrrega del tram d'aire exterior de **6,15 Pa**. Amb aquestes condicions la instal·lació equilibrarà aquestes pèrdues de càrrega modificant els cabals que circulen pels conductes, i consegüentment, introduint al circuit cabals diferents als projectats. Per evitar això es disposarà un regulador de caudal instal·lat en el conducte que introdueix aire de l'exterior (el que té menys pèrdua de càrrega) amb l'objectiu d'augmentar la pèrdua de càrrega fins al mateix valor que la pèrdua de pressió que generen els trams de retorn (46,833 Pa). La pèrdua de càrrega que proporcionarà el regulador serà de **40,683 Pa**. Donat que els trams d'impulsió sumen una pèrdua de pressió total de **19,8268 Pa**, la pèrdua de càrrega total del circuit serà de **66,659 Pa**, inferior als **130 Pa**. proporcionats pel ventilador de la unitat interior. En la següent taula es mostra, a mode de resum, les dades exposades anteriorment:

Pèrdues trams impulsio [Pa]	Pèrdues trams retorn [Pa]	Pèrdues tram aire exterior [Pa]	Pèrdua regulador caudal [Pa]	Pèrdua total circuit_4 [Pa]	Pèrdua total circuit_4 (+10%) [Pa]
15,9768	46,833	6,15	40,683	62,8098	70

Taula 2.134. Pèrdua de càrrega del circuit 4

- Circuit 5:

	Tram	Pèrdua de càrrega lineal [Pa]	Pèrdua de càrrega singular [Pa]	Pèrdua de càrrega total [Pa]
Impulsió	A-B	0,525	4,0286	4,5536
Impulsió	B-C	0,525	2,441	2,966
Impulsió	C-D	1,75	5,969	7,719
Impulsió	D-E	2,75	2	4,75
Retorn	1_2	1,5	26,41	27,91
Retorn	2_3	1,05	9,764	10,814
Retorn	3_4	1,26	12,41	13,67
Aire Exterior	E_E'	1	4,7025	5,7025

Taula 2.135. Pèrdua de càrrega dels trams del circuit 5.

La pèrdua de càrrega total dels trams de retorn ha de ser la mateixa que la del tram d'aire exterior. Sumant les pèrdues de càrrega dels trams de retorn de la taula anterior resulta un total de **52,394 Pa**, diferent a la pèrdua de càrrega del tram d'aire exterior de **5,7025 Pa**. Amb aquestes condicions la instal·lació equilibrarà aquestes pèrdues de càrrega modificant els cabals que circulen pels conductes, i conseqüentment, introduint al circuit cabals diferents als projectats. Per evitar això es disposarà un regulador de caudal instal·lat en el conducte que introdueix aire de l'exterior (el que té menys pèrdua de càrrega) amb l'objectiu d'augmentar la pèrdua de càrrega fins al mateix valor que la pèrdua de pressió que generen els trams de retorn (52,394 Pa). La pèrdua de càrrega que proporcionarà el regulador serà de **46,6915 Pa**. Donat que els trams d'impulsió sumen una pèrdua de pressió total de **19,9886 Pa**, la pèrdua de càrrega total del circuit serà de **72,3826 Pa**, inferior als **130 Pa** proporcionats pel ventilador de la unitat interior. En la següent taula es mostra, a mode de resum, les dades exposades anteriorment:

Pèrdues trams impulsio [Pa]	Pèrdues trams retorn [Pa]	Pèrdues tram aire exterior [Pa]	Pèrdua regulador caudal [Pa]	Pèrdua total circuit_5 [Pa]	Pèrdua total circuit_5 (+10%) [Pa]
19,9886	52,394	5,7025	46,6915	72,3826	80

Taula 2.136. Pèrdua de càrrega del circuit 5.

- Circuit 6:

	Tram	Pèrdua de càrrega lineal [Pa]	Pèrdua de càrrega singular [Pa]	Pèrdua de càrrega total [Pa]
Impulsió	A-B	0,7	4,0286	4,7286
Impulsió	B-C	0,75	1,4112	2,1612
Impulsió	C-D	0,75	2,941	3,691
Impulsió	D-E	2,6	2,441	5,041
Impulsió	C-F	1,5	3	4,5
Retorn	1_2	2,8	16,764	19,564
Retorn	2_3	1,625	12,882	14,507
Retorn	3_4	1,125	8,41	9,535
Aire Exterior	E-E'	0,75	4,9	5,65

Taula 2.137. Pèrdua de càrrega dels trams del circuit 6.

La pèrdua de càrrega total dels trams de retorn ha de ser la mateixa que la del tram d'aire exterior. Sumant les pèrdues de càrrega dels trams de retorn de la taula anterior resulta un total de **43,606 Pa**, diferent a la pèrdua de càrrega del tram d'aire exterior de **5,65 Pa**. Amb aquestes condicions la instal·lació equilibrarà aquestes pèrdues de càrrega modificant els cabals que circulen pels conductes, i conseqüentment, introduint al circuit cabals diferents als projectats. Per evitar això es disposarà un regulador de caudal instal·lat en el conducte que introdueix aire de l'exterior (el que té menys pèrdua de càrrega) amb l'objectiu d'augmentar la pèrdua de càrrega fins al mateix valor que la pèrdua de pressió que generen els trams de retorn (43,606 Pa). La pèrdua de càrrega que proporcionarà el regulador serà de **37,956 Pa**. Donat que els trams d'impulsió sumen una pèrdua de pressió total de **20,1218 Pa**, la pèrdua de càrrega total del circuit serà de **63,7278 Pa**, inferior als **130 Pa** proporcionats pel ventilador de la unitat interior.

La ramificació C-F haurà de generar la mateixa pèrdua de càrrega que la pèrdua de pressió generada entre els punt C i E. S'instal·larà un regulador de caudal que produeixi una pèrdua de càrrega de **4,232 Pa** per tal d'equilibrar les ramificacions.

En la següent taula es mostra, a mode de resum, les dades exposades anteriorment:

Pèrdues trams impulsió [Pa]	Pèrdues trams retorn [Pa]	Pèrdues tram aire exterior [Pa]	Pèrdua regulador caudal de l'aire exterior [Pa]	Pèrdua regulador caudal del tram C-F [Pa]	Pèrdua total circuit_6 [Pa]	Pèrdua total circuit_6 (+10%) [Pa]
15,6218	43,606	5,65	37,956	4,232	59,227	66

Taula 2.138. Pèrdua de càrrega del circuit 6.

2.1.1 Càlcul dels conductes d'extracció.

Coneixent el cabal de cada tram, i fixant un diàmetre, es calcula la velocitat amb la que circula el fluid caloportador, tal i com indica la següent expressió:

$$V = \frac{Q}{S} \quad (2.28)$$

On:

- V : velocitat del fluid [m/s].
- Q : cabal [m^3 / h].
- S : secció del conducte [m^2].

Conegut el cabal i fent ús de la taula de pèrdues de càrrega per conductes de xapa circulars (veure annex) es determina la pèrdua de càrrega per metre lineal de conducte. Multiplicant la dada anterior per la longitud del tram s'obté la pèrdua lineal. Els diferents accidents especificats generaran pèrdues de pressió locals que es sumaran a les pèrdues lineals. Les pèrdues de càrrega singulars es calculen amb el mètode exposat en l'aparat 2.1.5.3

Els resultats obtinguts es mostren en les següents taules:

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	150	196	3,080925318
2-3	1	225	392	2,738600283
3-4	1	275	588	2,749916813
4-5	8	300	784	3,080925318

Taula 2.139. Conductes d'aire d'extracció del servei_1

La pèrdua de càrrega generada és de 14,85 mm.c.a.

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m ³ /h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	150	215	3,379586446
2-3	1	225	430	3,004076841
3-4	1,5	275	645	3,016490381
4-5	5	300	860	3,379586446
				3,379586446

Taula 2.140. Conductes d'aire d'extracció del servei_2

La pèrdua de càrrega generada és de 14,531 mm.c.a.

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m ³ /h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	225	439	3,066952868

Taula 2.141. Conductes d'aire d'extracció del servei_3

La pèrdua de càrrega generada és de 4,06 mm.c.a.

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m ³ /h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	200	192	1,697652726

Taula 2.142. Conductes d'aire d'extracció de la sala d'instal·lacions

La pèrdua de càrrega generada és de 3,861 mm.c.a.

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m ³ /h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	200	84	0,742723068

Taula 2.143. Conductes d'aire d'extracció del magatzem

La pèrdua de càrrega generada és de 3,95 mm.c.a.

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	150	196	3,080925318
2-3	1	225	392	2,738600283
3-4	1	275	588	2,749916813
4-5	8	300	784	3,080925318
				3,080925318

Taula 2.144. Conductes d'aire d'extracció del servei_4

La pèrdua de càrrega generada és de 14,67 mm.c.a.

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	150	215	3,379586446
2-3	1	225	430	3,004076841
3-4	1,5	275	645	3,016490381
4-5	5	300	860	3,379586446
				3,379586446

Taula 2.145. Conductes d'aire d'extracció del servei_5

La pèrdua de càrrega generada és de 14,33 mm.c.a.

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	225	400	2,794490084

Taula 2.146 Conductes d'aire d'extracció del servei_6

La pèrdua de càrrega generada és de 3,74 mm.c.a.

Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]	Cabal [m3/h]	Velocitat [m/s]
1-2	1	225	375	2,623327567

Taula 2.147. Conductes d'aire d'extracció del despax_5.

La pèrdua de càrrega generada és de 3,74 mm.c.a.

2.2 Càlculs justificatius de la instal·lació de calefacció per terra radiant.

2.2.1 Càlcul de les càrregues tèrmiques per calefacció.

2.2.1.1 L'ambient interior.

2.2.1.1.1 Introducció.

Els primers paràmetres que s'han de fixar en una instal·lació de climatització són les condicions tèrmiques interiors, les quals deuen ser funció dels objectius que es desitgen aconseguir, i de les activitats que es vagin a desenvolupar.

2.2.1.1.2 Condicions interiors de projecte.

El RITE i les seves Instruccions Tècniques Complementàries (ITE) determinen el marge de condicions interiors de temperatura i humitat relativa. Segons la ITE 02.2.1, els marges establerts són els següents:

Període	Temperatura operativa [°C]	Humitat relativa [%]
Estiu	23 a 25	40 a 60
Hivern	20 a 23	40 a 60

Taula 1.48. Temperatura i humitat relativa interior

Les sales que no requereixin un ambient de confort degut a una ocupació ocasional (magatzem i sala d'instal·lacions) no hauran de complir la taula anterior.

En les següents taules es mostren les temperatures i les humitats relatives interiors de projecte.

Sala	Temperatura interior [°C]	Humitat relativa interior [%]
Recepció i passadís	20	50
Sala instal·lacions	11	50
Magatzem	14	50
Despatx_2	20	50
Despatx_3	20	50
Sala reunions	20	50
Servei_1	20	50
Servei_2	20	50
Servei_3	20	50

Taula 2.149. Temperatures interior de la planta baixa

Sala	Temperatura Interior [°C]	Humitat relativa interior [%]
Recepció i passadís	20	50
Despatx_5	20	50
Despatx_6	20	50
Despatx_7	20	50
Sala reunions_2	20	50
Servei_4	20	50
Servei_5	20	50
Servei_6	20	50

Taula 2.150. Temperatures interiors de la planta 1

2.2.1.2 L'ambient exterior.

La temperatura exterior de càlcul considerada en el municipi d'Almacelles és de -5°C. Es considera una humitat relativa exterior de projecte de 80%.

2.2.1.3 Càlcul de les càrregues tèrmiques per calefacció.

2.2.1.3.1 Càrrega a través de tancaments verticals, teulades i sòls.

La transferència d'escalfor per les superfícies de l'edificació cedirà calor a l'exterior, disminuint d'aquesta manera la temperatura interior. Aquest tipus de càrrega serà sensible (la difusió de vapor encara que existeixi és de valor negligible). Es calcularan mitjançant l'expressió:

$$Q_{sen,tanc} = \frac{A}{R} (T_{int} - T_{ext}) \cdot C_1 \cdot C_2 \quad (2.29)$$

On:

- $Q_{sen,tanc}$: calor sensible perduda per conducció a través de parets, terra o sostre [W].
- A: superfície de paret, sòl o sostre per on es produeix la pèrdua d'escalfor [m^2].
- R: resistència tèrmica total del tancament [$m^2 \cdot ^\circ C / W$].
- T_{int} : temperatura interior de càlcul [$^\circ C$].
- T_{ext} : temperatura exterior [$^\circ C$].
- C_1 : coeficient de majoració en funció de l'orientació del tancament donat per la taula 151.
- C_2 : coeficient de majoració en funció de la intermitència que tindrà la instal·lació en funció de les hores diàries de funcionament, donat per la taula 152.

Orientacions	Sud	S-O	O	N-O	N	N-E	E	S-E
Augment en %	0	2	3	7	10	10	7	3

Taula 2.151. Coeficient de majoració en funció de l'orientació del tancament

Funcionament	Instal·lacions d'aire calent	Instal·lacions de radiadors de vapor	Instal·lacions de radiadors d'aigua calenta
Continu amb reducció nocturna	12	10	8
Amb utilització de: 16 - 18 hores diàries	15	12	10
12 - 16 hores diàries	20	15	12
8 - 12 hores diàries	25	20	15
6 - 8 hores diàries	30	25	20
4 - 6 hores diàries	35	30	25

Taula 2.152. Coeficient de majoració en funció de la intermitència.

2.2.1.3.2 Càrrega deguda a ventilació i infiltració d'aire.

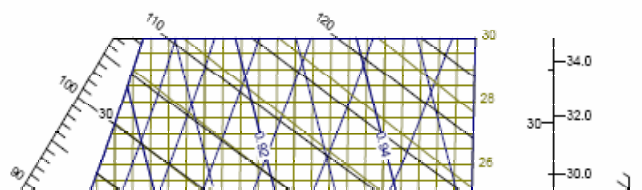
S'ha de preveure una certa renovació d'aire per tal de no generar un aire interior viciat. El càlcul de les infiltracions és molt subjectiu, tant en la consideració de la velocitat del vent en un edifici concret, com en l'espessor de les escletxes de portes i finestres. Això ha portat a replantejar aquestes càrregues d'infiltració en la legislació augmentant considerablement el volum d'aire de ventilació, i negligint les infiltracions.

En els circuits de ventilació i refrigeració es poden diferenciar tres estats de l'aire:

- 1) Aire provinent de l'exterior. ($T = -5^{\circ}\text{C}$; $HR = 80\%$).
- 2) Aire de recirculació. ($T = 20^{\circ}\text{C}$; $HR = 50\%$).
- 3) Barreja d'aire. (aire de l'exterior més aire de recirculació).

Conegudes les temperatures i humitats relatives de l'aire exterior i de l'aire de recirculació, es pot calcular la temperatura i la humitat relativa de la barreja d'aire.

Situant els estats 1 i 2, en funció de la temperatura seca i de la humitat relativa en un diagrama psicromètric, es troba la entalpia i humitat específica dels dos estats.



- 1) Aire exterior: $T=-5^{\circ}\text{C}$; $\text{HR}=80\%$; $r_1=0,002$ [g/kg aire]; $h_1=0$ [kJ/kg aire]
- 2) Aire de recirculació: $T=20^{\circ}\text{C}$; $\text{HR}=50\%$; $r_2=0,0075$ [g/kg aire]; $h_2=38$ [kJ/kg aire]

Amb les dades obtingudes, fent ús de les següents equacions, es calcula la entalpia i humitat específica de la barreja d'aire. D'aquesta manera es podrà situar l'estat 3 en el diagrama i conèixer la temperatura seca i la humitat relativa.

$$m_1 + m_2 = m_3 \quad (\text{balanç global de massa}). \quad (2.30)$$

$$m_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot r_2 = m_3 \cdot r_3 \text{ (balanç de massa per a l'aigua).} \quad (2.31)$$

$$m_1 \cdot h_1 + m_2 \cdot h_2 = m_3 \cdot h_3 \text{ (balanç d'energia).} \quad (2.32)$$

On:

- m_1 : Cabal màssic de l'aire exterior [Kg/s].
- m_2 : Cabal màssic de l'aire de recirculació [Kg/s].
- m_3 : Cabal màssic de la barreja d'aire [Kg/s].
- r_1 : Humitat específica de l'aire exterior [Kg aigua / Kg aire].
- r_2 : Humitat específica de l'aire de recirculació [Kg aigua / Kg aire].
- r_3 : Humitat específica de la barreja d'aire [Kg aigua / Kg aire].
- h_1 : Entalpia específica de l'aire exterior [KJ / Kg aire].
- h_2 : Entalpia específica de l'aire de recirculació [KJ / Kg aire].
- h_3 : Entalpia específica de la barreja d'aire [KJ / Kg aire].

Els cabals d'aire exterior i de recirculació són respectivament un 25% i un 75% de la barreja d'aire. Això comporta que m_1 i m_2 es poden ficar en funció de m_3 i simplificar les masses del sistema d'equacions anterior.

D'aquesta manera ens queda un sistema d'equacions amb dues incògnites (h_3 i r_3).

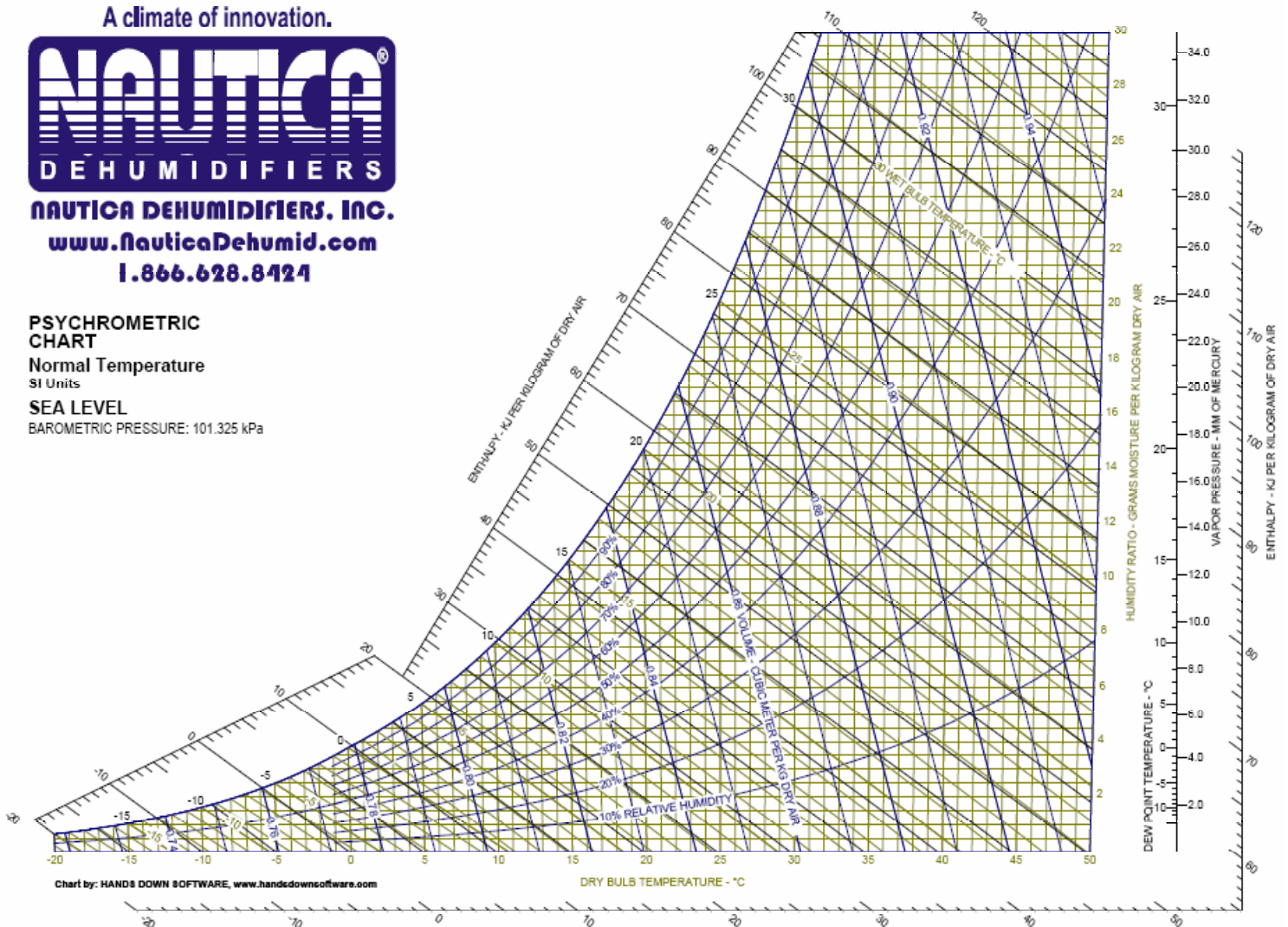
$$0,25 \cdot 0,002 + 0,75 \cdot 0,0075 = r_3$$

$$r_3 = 0,006125 \text{ [Kg aigua / Kg aire].}$$

$$0,25 \cdot 0 + 0,75 \cdot 38 = h_3$$

$$h_3 = 28,5 \text{ [KJ / Kg aire].}$$

Introduint les dades obtingudes en el diagrama psychrometric es pot situar l'estat 3 i conèixer la temperatura seca i la humitat relativa de la mescla d'aire .



Tal i com es pot llegir en el diagrama, la temperatura seca de la barreja d'aire és de **14°C**. La quantitat d'escalfor sensible que aporta la barreja d'aire es calcula amb les següents expressions:

- Calor sensible:

$$Q_{sen,inf} = 0,3344 \cdot V_{ev} \cdot (T_{ext} - T_{int}) \quad (2.33)$$

On:

- $Q_{sen,inf}$: escalfor sensible deguda a la barreja d'aire [W].
- V_{ev} : cabal volumètric de la barreja d'aire [m^3 / h].
- T_{ext} :temperatura de la barreja d'aire [°C].
- T_{int} :temperatura interior [°C].

2.2.1.3.3 Coeficient de majoració o seguretat.

De forma general s'utilitza un coeficient de seguretat per a tenir en consideració algun tipus de càrrega no comptabilitzada o d'estimació aproximada. S'adopta un coeficient de majoració de les càrregues d'un **5%**.

2.2.2 Resultats de les càrregues tèrmiques per calefacció.

En les següents taules es mostren les càrregues tèrmiques per calefacció obtingudes en cada sala.

- Despatx 2.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]
Paret exterior (Nord - Oest)	67
Paret interior	
- amb passadís	0
- amb despatx_3	0
- amb sala magatzem	75
Porta	
- amb passadís	0
Sòl	0
Sostre	0
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	405
Finestra (marc)	118
pont tèrmic (pilars)	53
pont tèrmic(contorn forats)	36
pont tèrmic (persiana)	13
TOTAL	767

Taula 2.153. Càrregues tèrmiques per conducció - convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1744 W
TOTAL	1744 W

Taula 2.154 Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	2511W
TOTAL (+ 5%)	2637W

Taula 2.155. Càrregues tèrmiques totals

- Despatx 3.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]
Paret exterior	
(Nord – Oest)	71
(Sud – Oest)	125
Paret interior	
-amb despatx_2	0
-amb passadís	0
-amb sala_reunions	0
Porta	
- amb passadís	0
Sòl	0
Sostre	0
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	405
Finestra (marc)	118
pont tèrmic (pilars)	76
pont tèrmic(contorn forats)	36
pont tèrmic (persiana)	13
TOTAL	844

Taula 2.156. Càrregues tèrmiques per conducció - convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1949 W
TOTAL	1949 W

Taula 2.157. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	2793 W
TOTAL (+ 5%)	2933 W

Taula 2.158. Càrregues tèrmiques totals

- Sala reunions.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció _ conducció [W]
Paret exterior	
(Nord – Oest)	70
(Nord – Est)	51
(Sud – Est)	114
(Sud – Oest)	125
Paret interior	
- amb bany_2	0
- amb passadís	0
- amb despatx_3	0
Porta	
- amb passadís	0
Sòl	0
Sostre	0
Finestra (vidre) (Sud - Est)	389
Finestra (vidre) (Sud -Oest)	386
Finestra (marc)	226
pont tèrmic (pilars)	129
pont tèrmic(contorn forats)	70
pont tèrmic (persiana)	24
TOTAL	1584

Taula 2.159. Càrregues tèrmiques per conducció - convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	4139 W
TOTAL	4139 W

Taula 2.160. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	5723 W
TOTAL (+ 5%)	6010 W

Taula 2.161. Càrregues tèrmiques totals

- Servei 1

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció _ conducció [W]
Paret exterior (Sud - Est)	53
Paret interior	
- amb servei_2	0
- amb servei_3	0
- amb recepció	0
- amb passadís	0
Porta	
- amb passadís	0
Sòl	0
Sostre	0
pont tèrmic (pilars)	64
TOTAL	117

Taula 2.162. Càrregues tèrmiques per conducció - convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1259 W
TOTAL	1259 W

Taula 2.163. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	1376 W
TOTAL (+ 5%)	1445 W

Taula 2.164. Càrregues tèrmiques totals

- Servei 2

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció, conducció [W]
Paret exterior (Sud -Est)	77
Paret interior	
- amb servei_1	0
- amb passadís	0
- amb sala_reunions	0
Porta	
-amb passadís	0
Sòl	0
Sostre	0
pont tèrmic (pilars)	64
TOTAL	141

Taula 2.165. Càrregues tèrmiques per conducció - convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1380 W
TOTAL	1380 W

Taula 2.166. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	1521 W
TOTAL (+ 5%)	1598 W

Taula 2.167. Càrregues tèrmiques totals

- Servei 3

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció conducció [W]
Paret interior	
-amb servei 1	0
-amb passadís	0
-amb recepció	0
Porta	
-amb passadís	0
Sòl	0
Sostre	0
TOTAL	0

Taula 2.168. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	705 W
TOTAL	705 W

Taula 2.169. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	705 W
TOTAL (+ 5%)	741 W

Taula 2.170. Càrregues tèrmiques totals.

- Recepció.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció + conducció [W]
Paret exterior	
-(Sud – Est)	106
-(Nord – Oest)	26
Paret interior	
-amb servei 1	0
-amb servei 3	0
-amb entrada	0
-amb ascensor	13
Porta	
-amb entrada	0
- ascensor	37
Finestra (vidre) (Sud - Est)	726
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	395
Finestra (marc)	198
pont tèrmic (pilars)	67
pont tèrmic (contorn forats)	107

(passadís)

Paret interior	
-amb ascensor	12
-amb sala instal·lacions	13
-amb magatzem	37
-amb despatx 2	0
amb despatx 3	0
-amb sala reunions	0
-amb servei 2	0
-amb servei 1	0
-amb servei 3	0
porta	
-amb sala instal·lacions	32
-amb magatzem	22
-amb despatx 2	0
-amb servei 2	0
-amb servei 1	0
-amb servei 3	0
amb despatx 3	0
amb sala reunions 1	0
Sòl	0
Sostre	0
TOTAL	1791

Taula 2.171. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	3777 W
TOTAL	3777 W

Taula 2.172. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	5568 W
TOTAL (+ 5%)	5847 W

Taula 2.173. Càrregues tèrmiques totals

- Sala instal·lacions.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció _conducció [W]
paret exterior	
(Nord - Oest)	44
(Nord - Est)	61
paret interior	
-amb _ascensor	-33
-amb passadís	-12
-amb magatzem	-35
porta	
-amb passadís	-31
Sòl	135
Sostre	-60
pont tèrmic (pilars)	28
TOTAL	97

Taula 2.174. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	-192 W
TOTAL	-192 W

Taula 2.175. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	-95 W
TOTAL (+ 5%)	- 91 W

Taula 2.176. Càrregues tèrmiques totals

- Magatzem:

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]
paret exterior	
(Nord –Oest)	45
Parets interiors	
-amb passadís	-36
-amb despatx_2	-69
-amb instal·lacions	35
porta	
-amb passadís	-21
Sòl	95
Sostre	-23
pont tèrmic (pilars)	33
TOTAL	59

Taula 2.177. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	-127 W
TOTAL	-127 W

Taula 2.178. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	-68 W
TOTAL (+ 5%)	-64 W

Taula 2.179. Càrregues tèrmiques totals

- Despatx 5.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció, conducció [W]
Paret exterior	
(Nord – Est)	94
(Nord – Oest)	113
Paret interior	
-amb passadís	0
-amb ascensor	14
-amb despatx_6	0
Porta	
-amb passadís	0
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	405
Finestra (marc)	118
coberta	273
Sòl	84
pont tèrmic (pilars)	76
pont tèrmic (contorn forats)	36
pont tèrmic (persiana)	13
TOTAL	1226

Taula 2.180. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1634 W
TOTAL	1634 W

Taula 2.181. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	2860 W
TOTAL (+ 5%)	3003 W

Taula 2.182. Càrregues tèrmiques totals

- Despatx 6.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]
Paret exterior (Nord - Oest)	67
Paret interior	
-amb passadís	0
-amb despatx_7	0
-amb_despatx_5	0
Porta	
-amb passadís	0
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	405
Finestra (marc)	118
coberta	230
Sòl	0
pont tèrmic (pilars)	53
pont tèrmic(contorn forats)	36
pont tèrmic (persiana)	13
TOTAL	922

Taula 2.183. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1503 W
TOTAL	1503 W

Taula 2.184. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	2425 W
TOTAL (+ 5%)	2547 W

Taula 2.185. Càrregues tèrmiques totals

- **Despatx 7.**

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció conducció [W]
Paret exterior	
(Nord – Oest)	71
(Sud – Oest)	125
Paret interior	
-amb despatx_6	0
-amb passadís	0
-amb sala_reunions	0
doble	
-amb passadís	0
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	405
Finestra (marc)	118
coberta	253
Sòl	0
pont tèrmic (pilars)	76
pont tèrmic (contorn forats)	36
pont tèrmic (persiana)	13
TOTAL	1097

Taula 2.186. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1756W
TOTAL	1756 W

Taula 2.187. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	2853 W
TOTAL (+ 5%)	2996 W

Taula 2.188. Càrregues tèrmiques totals

- **Sala reunions.**

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció conducció [W]
Paret exterior	
(Nord – Oest)	70
(Nord – Est)	51
(Sud – Est)	114
(Sud – Oest)	125
Paret interior	
-amb servei 5	0
-amb passadís	0
-amb despatx 7	0
Doble	
-amb passadís	0
Finestra (vidre) (Sud - Est)	390
Finestra (vidre) (Sud - Oest)	386
Finestra (marc)	235
coberta	663
Sòl	0
pont tèrmic (pilars)	134
pont tèrmic(contorn forats)	72
pont tèrmic (persiana)	25
TOTAL	2265

Taula 2.189 Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	4139W
TOTAL	4139 W

Taula 2.190. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	6404 W
TOTAL (+ 5%)	6725 W

Taula 2.191. Càrregues tèrmiques totals

- Servei 4.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]
Paret exterior (Sud - Est)	87
Paret interior	
-amb servei 2	0
-amb servei 3	0
-amb recepció	0
-amb passadís	0
Porta	
-amb passadís	0
coberta	222
Sòl	0
pont tèrmic (pilars)	64
TOTAL	373

Taula 2.192. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1259 W
TOTAL	1259 W

Taula 2.193. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	1632 W
TOTAL (+ 5%)	1714 W

Taula 2.194. Càrregues tèrmiques totals

- Servei 5.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]
Paret exterior (Sud - Est)	69
Paret interior	
-amb servei_1	0
-amb passadís	0
-amb sala_reunions	0
Porta	
-amb passadís	0
coberta	213
Sòl	0
pont tèrmic (pilars)	64
TOTAL	346

Taula 2.195. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	1380W
TOTAL	1380 W

Taula 2.196. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	1726 W
TOTAL (+ 5%)	1813 W

Taula 2.197. Càrregues tèrmiques totals

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]
Paret interior	
-amb servei_1	0
-amb recepció	0
-amb passadís	0
Porta	
-amb passadís	0
coberta	83
Sòl	0
TOTAL	83

Taula 2.198. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	626 W
TOTAL	626 W

Taula 2.199. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	709 W
TOTAL (+ 5%)	745 W

Taula 2.200. Càrregues tèrmiques totals

- Recepció.

CÀRREGUES PER CONDUCCIÓ – CONVECCIÓ

Tancament	Càrrega tèrmica per convecció_conducció [W]
Paret exterior	
(Sud – Est)	106
(Nord – Est)	114
(Nord – Oest)	26
Paret interior	
-amb servei_4	0
-amb servei_6	0
-amb passadís	0
-amb ascensor	21
Finestra (vidre) (Sud - Est)	810
Finestra (vidre) (Nord - Oest)	461
Finestra (marc)	198
coberta	667
Sòl	0
pont tèrmic (pilars)	67
pont tèrmic (contorn forats)	107

(passadís)

Paret interior	
-amb ascensor	10
-amb despatx_6	0
-amb despatx_5	0
-amb despatx_7	0
-amb sala reunions	0
-amb servei_5	0
-amb servei_4	0
-amb servei_6	0
porta	
- amb despatx_5	0
- amb despatx_6	0
- amb servei_5	0
- amb servei_4	0
- amb servei_6	0
-amb despatx 7	0
-amb sala reunions	0
coberta	191
sòl	0
TOTAL	2778

Taula 2.201. Càrregues tèrmiques per conducció – convecció

CÀRREGUES PER INFILTRACIONS

Càrrega sensible	3777 W
TOTAL	3777 W

Taula 2.202. Càrregues tèrmiques per infiltracions

CÀRREGUES TOTALS

TOTAL	6555 W
TOTAL (+ 5%)	6883 W

Taula 2.203. Càrregues tèrmiques totals

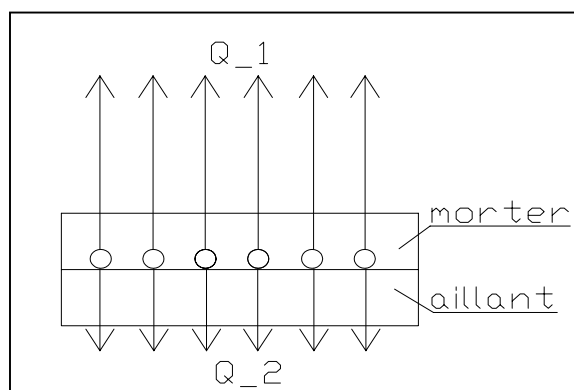
2.2.3 Disseny del terra radiant.

2.2.3.1 Introducció.

El terra radiant emetrà una potència calorífica que dependrà de dos factors:

- 1) De la distància (pas) entre les canonades radiants.
- 2) Del cabal que circula per l'interior de les canonades radiants.

L'objectiu del terra radiant és calefactar la sala amb una emissió de flux de calor ascendent. Tota la calor genera no es dissiparà en el sentit ascendent, si no que part del flux es perdrà en el sentit descendent, tal i com s'indica en la següent figura:



**Figura 2.12. dissipació de calor en
el terra radiant**

On:

- Q_1 : Flux de calor introduït en la sala a calefactar. $[W / m^2]$.
- Q_2 : Flux de calor perdut. $[W / m^2]$.

El flux total de calor que haurà de generar el terra radiant serà: $Q_T = Q_1 + Q_2$ (2.34)

2.2.3.2 Selecció del pas entre els conductes radiants.

En funció de la demanda de potència calorífica i de la superfície útil disponible per instal·lar el terra radiant, es calcula el flux de calor que s'ha d'introduir en l'interior de la sala tal i com indica la següent expressió:

$$Q_1 = \frac{P_c}{S_u} \quad (2.35)$$

On:

- Q_1 : Demanda de flux de calor en la sala. $[W / m^2]$.
- P_c : Demanda de potència calorífica en la sala [W].
- S_u : Superfície útil disponible per instal·lar el terra radiant $[m^2]$.

En funció de:

- Temperatura mitjana del fluid caloportador (40°C).
- Temperatura interior de la sala calefactada. (20°C).
- Revestiment del sòl (rajola $\leq 25mm$; $0,015[m^2 \cdot ^\circ C / W]$)
- Flux de calor a introduir en la sala Q_1 $[W / m^2]$.

es troba el pas entre canonades, i la corresponent temperatura màxima superficial que adquirirà el sòl, fent ús de les taules de rendiment que facilita el fabricant. (veure taula de rendiment en annex 1).

En les següents taules es mostren els resultats de l'equació (2.35) i els termes obtinguts de la taula 2.206

Sala	Demanda de potència Calorífica en la sala [W]	Superfície útil disponible per instal·lar el terra radiant [m^2]	Demanda de flux de calor en la sala. [W/m^2].	Flux de calor introduït en la sala. [W/m^2].	Pas Entre Canonades [mm]	Temp. superficial del sòl [°C]
Despatx_2	2637	29,8	88,48	94	150	28,5
Despatx_3	2933	33,5	87,55	94	150	28,5
Sala_reunions	6010	84,9	70,78	82	200	27,5
Servei_1	1445	24,7	58,50	61	300	25,7
Servei_2	1598	23,44	68,17	70	250	26,5
Servei_3	741	10	74,1	82	200	27,5
Recepció	5847	97,98	59,67	61	300	25,7

Taula 2.207. Dades del terra radiant en les sales de planta baixa.

Sala	Demanda de potència Calorífica en la sala [W]	Superfície útil disponible per instal·lar el terra radiant [m^2]	Demanda de flux de calor en la sala. [W/m^2].	Flux de calor introduït en la sala. [W/m^2].	Pas Entre Canonades [mm]	Temp. superficial del sòl [°C]
Despatx_5	3003	35,9	83,64	94	150	28,5
Despatx_6	2547	29,8	85,46	94	150	28,5
Despatx_7	2996	33,5	89,43	94	150	28,5
Sala_reunions	6725	84,9	79,21	82	200	27,5
Servei_4	1714	24,7	69,39	70	250	26,5
Servei_5	1813	23,44	77,34	82	200	27,5
Servei_6	745	10	74,5	82	200	27,5
Recepció	6883	97,98	70,24	82	200	27,5

Taula 2.208. Dades del terra radiant en les sales de planta primera.

Conegut el flux de calor introduït en cada sala i la superfície útil, es determina la potència calorífica introduïda en la sala tal i com s'indica en la següent expressió.

$$P_s = Q_s \cdot S_u \quad (2.36)$$

On:

- Q_s : Flux de calor introduït en la sala. [W / m^2].
- P_s : Potència calorífica introduïda en la sala [W].
- S_u : Superfície útil disponible per instal·lar el terra radiant [m^2].

En les següents taules es mostren les potències calorífiques calculades amb l'expressió anterior i les demandes de calor de cada sala.

Sala	Demanda de potència calorífica en la sala [W]	Potència calorífica introduïda en la sala [W]
Despatx_2	2637	2801
Despatx_3	2933	3149
Sala reunions	6010	6961
Servei_1	1445	1506
Servei_2	1598	1640
Servei_3	741	820
Recepció	5847	5976
TOTAL	21211	22853

Taula 2.209. Potència tèrmica introduïda en planta baixa.

Sala	Demanda de potència Calorífica en la sala [W]	Potència calorífica introduïda en la sala [W]
Despatx_5	3003	3374
Despatx_6	2547	2801
Despatx_7	2996	3149
Sala reunions	6725	6961
Servei_4	1714	1729
Servei_5	1813	1922
Servei_6	745	820
Recepció	6883	8034
TOTAL	26426	28790

Taula 2.210. Potència tèrmica introduïda en planta primera.

2.2.3.3 Càlcul del cabal dels circuits radiants.

El terra radiant dissipa l'energia calorífica que transporta el fluid caloportador segons l'expressió :

$$Q = \dot{m} \cdot C_e \cdot \Delta T \quad (2.37)$$

On:

- Q : Calor dissipat pel terra radiant [W].
- \dot{m} : Cabal màssic del fluid caloportador [kg/s].
- C_e : Calor específica de l'aigua [J/kg.°C].
- ΔT : Salt de temperatura del circuit entre impulsió i retorn[°C].

Aïllant el cabal màssic obtenim la següent expressió:

$$\dot{m} = \frac{Q}{C_e \cdot \Delta T} \quad (2.38)$$

El salt tèrmic dependrà de les temperatures d'impulsió i de retorn del fluid caloportador del circuit radiant.

$$\Delta T = T_i - T_r \quad (2.39)$$

On:

- ΔT : salt tèrmic [°C].
- T_i : temperatura d'impulsió [°C].
- T_r : temperatura de retorn [°C].

El salt de temperatura està fixat en 8°C i la temperatura d'impulsió en 44°C.

L'energia calorífica necessària que ha de dissipar el terra radiant és la suma entre l'energia que s'introdueix dintre de la sala (flux ascendent de calor) i l'energia perduda degut al flux descendent. Per tal d'avaluar aquestes pèrdues es diferencien els següents grups:

1) Sales de planta baixa.

Donat que aquestes sales estan en contacte amb el terreny es preveuen pèrdues considerables d'energia cap al terreny. Per minimitzar aquestes pèrdues es disposarà una placa extra d'aïllament dur entre la solera i l'aïllament on es suporten els conductes radiants.

Entre els conductes radiants i el terreny hi hauran els següents materials:

- Capa d'aïllament de 45mm de poliuretà amb una conductivitat tèrmica de $0,023 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

- Placa d'aïllament dur de 53 mm de poliuretà amb una conductivitat tèrmica de $0,023 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

- Solera de formigó, amb una resistència tèrmica de $2,77 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$.

La resistència tèrmica total dels materials serà $\frac{0,045}{0,023} + \frac{0,053}{0,023} + 2,77 = 7 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$.

El fluid caloportador es considera amb una temperatura mitja de 40°C , i la temperatura del terreny amb una temperatura de 0°C , segons la taula 2.211.

Tipus de local	Temperatura exterior de projecte ($^\circ\text{C}$)			
	+3	0	-4	-8
Locals envoltats d'altres amb calefacció	12	10	8	5
Soterranis	13	13	10	7
Terreny sota la solera del soterrani	12	10	8	7
Terreny en contacte amb murs de contenció del soterrani	7	5	2	0
Terreny sota la solera de planta baixa	7	5	2	0
Àtic amb forjat pla i coberta inclinada o terrassa amb cambra	13	10	8	5
Àtic amb forjat inclinat o terrassa sense cambra	10	8	5	0

Taula 2.211. Temperatura del terreny

Coneixent aquestes dades, i aplicant l'expressió:

$$Q = \frac{\Delta T}{R} \quad (2.40)$$

On:

- Q: flux de calor dissipat [W/m^2].

- ΔT : salt de temperatures [$^\circ\text{C}$].

- R: resistència tèrmica total [$\text{m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$].

Obtenim que el flux de calor perdut és de $\frac{40-0}{7} = 5,7 \approx 6 \text{ [W/m}^2\text{]}$. D'aquesta forma les pèrdues d'energia cap al terreny es consideren de $6 \text{ [W/m}^2\text{]}$.

2) Salas de planta primera excepte el despatx 5.

En aquest cas el terra radiant estarà en contacte amb el forjat que separa les dues plantes. Hi haurà pèrdua d'energia calorífica cap a la planta inferior donat que la temperatura mitja del fluid caloportador es de 40°C i la sala de sota es troba a 20°C.

Entre els conductes radiants i la planta inferior hi hauran els següents materials:

- Capa d'aïllament de 40mm de poliuretà amb una conductivitat tèrmica de $0,023 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.
- Forjat compostat per:
 - Capa de formigó lleuger de 40 mm. amb una conductivitat tèrmica de $0,33 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.
 - Bovedilla de formigó de 200 mm. amb una conductivitat tèrmica de $0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.
 - Capa de guix de 15mm. amb una conductivitat tèrmica de $0,3 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

La resistència tèrmica total dels materials serà :

$$\frac{0,040}{0,023} + \frac{0,04}{0,33} + \frac{0,2}{0,16} + \frac{0,015}{0,3} + 0,17 = 3,33 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}.$$

Aplicant l'equació 2.40 s'obté que la pèrdua de flux calorífic és de $\frac{40 - 20}{3,33} = 6 \text{ [W/m}^2\text{]}.$

3) Despatx 5.

En aquest cas el terra radiant estarà en contacte amb el forjat que separa les dues plantes. Hi haurà pèrdua d'energia calorífica cap a la planta inferior donat que la temperatura mitja del fluid caloportador es de 40°C i les dues sales de sota (instal·lacions i magatzem) es troben a 11 i 14 °C. Es considera una temperatura mitja de 12,5 °C per a les dues sales anteriors.

Entre els conductes radiants i la planta inferior hi hauran els següents materials:

- Capa d'aïllament de 40mm de poliuretà amb una conductivitat tèrmica de $0,023 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

- Forjat compostat per:

- Capa de formigó lleuger de 40 mm. amb una conductivitat tèrmica de $0,33 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.
- Bovedilla de formigó de 200 mm. amb una conductivitat tèrmica de $0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.
- Capa de guix de 15mm. amb una conductivitat tèrmica de $0,3 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

La resistència tèrmica total dels materials serà :

$$\frac{0,040}{0,023} + \frac{0,04}{0,33} + \frac{0,2}{0,16} + \frac{0,015}{0,3} + 0,17 = 3,33 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}.$$

Aplicant l'equació 2.40 s'obté que la pèrdua de flux calorífic és de $\frac{40-12,5}{3,33} = 8,25 \approx 9$
[W/m²].

Sala	Flux ascendent d'energia calorífica [W/m²].	Flux descendent d'energia calorífica [W/m²].	Potència calorífica generada pel flux ascendent [W]	Potència calorífica generada pel flux descendent [W]	Potència calorífica total que ha d'emetre el terra radiant [W]
Despatx_2	94	7	2801,2	208,6	3009,8
Despatx_3	94	7	3149	234,5	3383,5
Sala_reunions	82	7	6961,8	594,3	7556,1
Servei_1	61	7	1506,7	172,9	1679,6
Servei_2	70	7	1640,8	164,08	1804,88
Servei_3	82	7	820	70	890
Recepció	61	7	5976,78	685,86	6662,64

Taula 2.212. Potència total produïda pel terra radiant en planta baixa.

Sala	Flux	Flux	Potència	Potència	Potència
------	------	------	----------	----------	----------

	ascendent d'energia calorífica [W / m²].	descendent d'energia calorífica [W / m²].	calorífica generada pel flux ascendent [W]	calorífica generada pel flux descendent [W]	calorífica total que ha d'emetre el terra radiant [W]
Despatx_5	94	9	3374,6	323,1	3697,7
Despatx_6	94	6	2801,2	178,8	2980
Despatx_7	94	6	3149	201	3350
Sala_reunions	82	6	6961,8	509,4	7471,2
Servei_4	70	6	1729	148,2	1877,2
Servei_5	82	6	1922,08	140,64	2062,72
Servei_6	82	6	820	60	880
Recepció	82	6	8034,36	587,88	8622,24

Taula 2.213. Potència total produïda pel terra radiant en planta primera.

Coneguda la potència total que ha d'emetre el terra radiant en cada sala, el salt tèrmic del circuit i la calor específica de l'aigua, s'obté el valor del cabal màssic (aplicant l'equació 2.38) que ha de circular pels circuits radiants de cada sala. Coneixent la densitat del fluid caloportador a 40°C (992,1 kg / m³) es pot calcular el cabal volumètric.

Sala	Cabal màssic dels circuits radiants [kg / s]].	Cabal volumètric dels circuits radiants [m³ / h]].
Despatx_2	0,090	0,326
Despatx_3	0,101	0,367
Sala_reunions	0,226	0,820
Servei_1	0,050	0,182
Servei_2	0,053	0,195
Servei_3	0,026	0,096
Recepció	0,199	0,723

**Taula 2.214. Cabals dels circuits radiants
en planta baixa.**

Sala	Cabal màssic dels circuits radiants [kg / s]].	Cabal volumètric dels circuits radiants [m ³ / h].
Despatx_5	0,110	0,401
Despatx_6	0,089	0,323
Despatx_7	0,100	0,363
Sala_reunions	0,223	0,810
Servei_4	0,056	0,203
Servei_5	0,061	0,223
Servei_6	0,026	0,095
Recepció	0,257	0,935

**Taula 2.215. Cabals dels circuits radiants
en planta primera**

2.2.3.4 Càlcul de la pèrdua de càrrega del fluid caloportador del terra radiant.

2.2.3.4.1 Pèrdues de càrrega de les canonades de distribució.

2.2.3.4.1.1 Cabal i velocitat.

Coneixent el cabal de cada tram, i fixant un diàmetre, es calcula la velocitat amb la que circula el fluid caloportador:

$$V = \frac{Q}{S} \quad (2.41)$$

On:

- V : velocitat del fluid [m/s].

- Q : cabal [m³ / h].

- S : secció del conducte [m²].

2.2.3.4.1.2 Nombre de Reynolds.

Coneguda la velocitat i la dimensió de cada tram, així com la viscositat cinemàtica del fluid caloportador, es calcula el nombre de Reynolds:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (2.42)$$

On:

- Re: nombre de Reynolds.
- V : velocitat del fluid [m/s].
- D : diàmetre del conducte [m].
- ν : viscositat cinemàtica del fluid caloportador [m^2 / s].

2.2.3.4.1.3 Pèrdues de càrrega lineals.

La pèrdua de pressió lineal que sofreix el fluid caloportador s'expressa mitjançant l'expressió:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (2.43)$$

$$f = \frac{1.325}{\ln^2 \left(\frac{K_r}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right)} \quad (2.44)$$

$$(5000 \leq Re \leq 10^8) \quad (10^{-6} \leq \frac{K_r}{D} \leq 10^{-2})$$

On:

- V : velocitat del fluid [m/s].
- D : diàmetre del conducte [m].
- g : acceleració de la gravetat [m / s^2].
- f : coeficient de fricció.
- L : Longitud del tram.
- Re: nombre de Reynolds.
- K_r : Rugositat absoluta del material del tub [$5 \cdot 10^{-5} m$]
- ΔP : Pèrdua de càrrega [m].

2.2.3.4.1.4 Pèrdues de càrrega singulars.

Per calcular les pèrdues de càrrega singulars s'utilitza el mètode de longitud equivalent, utilitzant la següent figura. La longitud equivalent dels colzes es pren de: 0,5m. Les pèrdues generades per les vàlvules s'avaluen incrementant un 20% les pèrdues lineals.

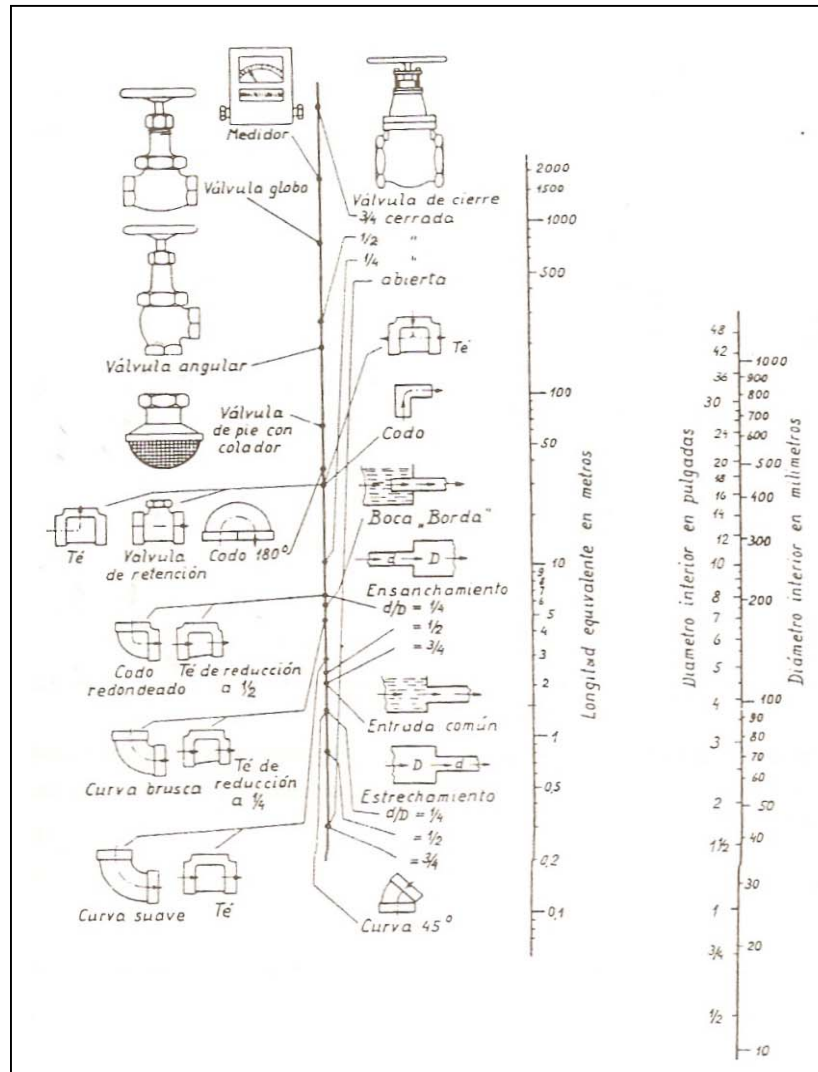


Figura 2.13. Longitud equivalent de diferents singularitats.

2.2.3.4.1.5 Resultats de les pèrdues de càrrega.

Els resultats obtinguts es mostren en les següents taules. Els trams indicats s'especifiquen en el plànol nº 13.

- Circuit principal:

Tram	Cabal [m ³ /h]	Diàmetre [mm]	Longitud tram impulsió [m]	Longitud tram retorn [m]	nº colzes	Velocitat [m/s]	Re	f
E-F	6,070	50,8	2	4	4	0,831	47326,36	0,0243

Taula 2.216. condicions hidràuliques dels conductes de distribució del circuit principal de planta baixa.

Tram	Pèrdua lineal Impulsió [mm.c.a]	Pèrdua lineal Retorn [mm.c.a]	Perduda colzes [mm.c.a]	Perduda Vàlvules [mm.c.a]	Total [mm.c.a]	Total (+10%) [mm.c.a]
E-F	33	67	33	13	146	164

Taula 2.217. Pèrdues de càrrega dels conductes de distribució del circuit principal de planta baixa.

- Circuits secundaris:

Tram	Cabal [m ³ /h]	Diàmetre [mm]	Longitud tram impulsió [m]	Longitud tram retorn [m]	nº_ colzes	Velocitat [m/s]	Re	f
A1-B1 (impulsió) C1-D1 (retorn)	0,326	25,4	8	8	6	0,179	5093,83	0,0400
A2-B2 (impulsió) C2-D2 (retorn)	0,367	25,4	15	15	8	0,201	5726,28	0,0388
A3-B3 (impulsió) C3-D3 (retorn)	0,820	25,4	21	21	12	0,449	12788,06	0,0325
A4-B4 (impulsió) C4-D4 (retorn)	0,474	25,4	13	13	12	0,260	7403,44	0,0365
A5-B5 (impulsió) C5-D5 (retorn)	0,723	25,4	8	8	8	0,396	11275,95	0,0333

Taula 2.218. condicions hidràuliques dels conductes secundaris de distribució dels circuits de planta baixa.

Tram	Pèrdua lineal [mm.c.a]	Perduda colzes [mm.c.a]	Perduda Vàlvules [mm.c.a]	Total [mm.c.a]	Total (+10%) [mm.c.a]
A1-B1 (impulsió)	20	3,5	4	27,5	32
C1-D1 (retorn)	20	3,5	4	27,5	32
A2-B2 (impulsió)	47	6	9	62	70
C2-D2 (retorn)	47	6	9	62	70
A3-B3 (impulsió)	277	39,5	55	371,5	410
C3-D3 (retorn)	277	39,5	55	371,5	410
A4-B4 (impulsió)	64	14,5	12,5	91	102
C4-D4 (retorn)	64	14,5	12,5	91	102
A5-B5 (impulsió)	84	21	16,5	121,5	135
C5-D5 (retorn)	84	21	16,5	121,5	135

Taula 2.219. Pèrdues de càrrega dels conductes secundaris de distribució dels circuits de planta baixa.

Tram	Cabal [m ³ /h]	diàmetre [mm]	Longitud tram impulsió [m]	Longitud tram retorn [m]	nº colzes	Velocitat [m/s]	Re	f
A6-B6 (impulsió) C6-D6 (retorn)	0,401	25,4	9	9	6	0,220	6258,04	0,0380
A7-B7 (impulsió) C7-D7 (retorn)	0,323	25,4	15	15	7	0,177	5043,39	0,0401
A8-B8 (impulsió) C8-D8 (retorn)	0,363	25,4	22	22	8	0,199	5669,59	0,0389
A9-B9 (impulsió) C9-D9 (retorn)	0,810	25,4	30	30	11	0,444	12644,37	0,0325
A10-B10 (impulsió) C10-D10 (retorn)	0,523	25,4	20	20	9	0,286	8157,30	0,0357
A11-B11 (impulsió) C11-D11 (retorn)	0,935	25,4	15	15	8	0,513	14592,41	0,0317

Taula 2.220. condicions hidràuliques dels conductes secundaris de distribució dels circuits de planta primera.

Tram	Pèrdua lineal [mm.c.a]	Perduda colzes [mm.c.a]	Perduda Vàlvules [mm.c.a]	Total [mm.c.a]	Total (+10%) [mm.c.a]
A6-B6 (impulsió)	33	5,5	6,5	45	50
C6-D6 (retorn)	33	5,5	6,5	45	50
A7-B7 (impulsió)	38	4	7,5	49,5	55
C7-D7 (retorn)	38	4	7,5	49,5	55
A8-B8 (impulsió)	68	6	13,5	87,5	97
C8-D8 (retorn)	68	6	13,5	87,5	97
A9-B9 (impulsió)	387	35,5	77,5	500	551
C9-D9 (retorn)	387	35,5	77,5	500	551
A10-B10 (impulsió)	118	13	23,5	154,5	171
C10-D10 (retorn)	118	13	23,5	154,5	171
A11-B11 (impulsió)	251	33,5	50	334,5	369
C11-D11 (retorn)	251	33,5	50	334,5	369

Taula 2.221. Pèrdues de càrrega dels conductes secundaris de distribució dels circuits de planta primera.

2.2.3.4.2 Pèrdues de càrrega dels circuits radiants.

La pèrdua de pressió lineal generada en els conductes radiants s'avalua amb la gràfica característica de pèrdua de càrrega del conducte aquatherm (veure annex 2). Coneixent la longitud i el caudal que circula pel circuit es troba la pèrdua de càrrega lineal generada.

La pèrdua de pressió ocasionada per les diferents singularitats (vàlvules, colzes,) s'avaluen incrementant un 30% les pèrdues de càrrega lineals.

Col·lector	Circuits	Cabal [m ³ /h]	Longitud [m]	Pèrdua de càrrega lineal [mm.c.a]	Pèrdua de càrrega total [mm.c.a]	Pèrdua de càrrega total (+10%) [mm.c.a]
CD-1	c-1	0,326	83	332	431,6	475
	c-2	0,326	82	328	426,4	470
CD-2	c-1	0,367	108	432	561,6	618
	c-2	0,367	99	396	514,8	567
CD-3	c-1	0,820	114	1140	1482	1631
	c-2	0,820	110	1100	1430	1573
	c-3	0,820	89	890	1157	1273
	c-4	0,820	110	1100	1430	1573
	c-5	0,820	110	1100	1430	1573
CD-4	c-1	0,182	87	218	283,4	312
	c-2	0,195	99	248	322,4	354
	c-3	0,096	50	100	130	143
CD-5	c-1	0,723	118	1062	1380,6	1518
	c-2	0,723	116	1044	1357,2	1493
	c-3	0,723	111	999	1298,7	1429

Taula 2.222 pèrdues de càrrega dels circuits de planta baixa.

Col·lector	Circuits	Cabal [m ³ /h]	Longitud [m]	Pèrdua de càrrega lineal [mm.c.a]	Pèrdua de càrrega total [mm.c.a]	Pèrdua de càrrega total (+10%) [mm.c.a]
CD-6	c-1	0,401	113	565	734,5	808
	c-2	0,401	113	565	734,5	808
CD-7	c-1	0,323	82	328	426,4	470
	c-2	0,323	83	332	431,6	475
CD-8	c-1	0,363	115	460	598	658
	c-2	0,363	94	376	488,8	538
CD-9	c-1	0,810	114	1140	1482	1631
	c-2	0,810	110	1100	1430	1573
	c-3	0,810	89	890	1157	1273
	c-4	0,810	110	1100	1430	1573
	c-5	0,810	110	1100	1430	1573
CD-10	c-1	0,203	105	315	409,5	451
	c-2	0,223	118	354	460,2	506
	c-3	0,095	50	100	130	143
CD-11	c-1	0,935	110	1210	1573	1731
	c-2	0,935	109	1199	1558,7	1715
	c-3	0,935	75	825	1072,5	1180
	c-4	0,935	85	935	1215,5	1338
	c-5	0,935	112	1232	1601,6	1762

Taula 2.223 pèrdues de càrrega dels circuits de planta primera.

2.2.3.4.3 Equilibrat hidràulic.

Els col·lectors de distribució dels circuits radiants estaran equipats amb detentors ubicats en la impulsio (veure annex 1). D'aquesta manera es podrà regular el cabal de fluid caloportador que flueix per cada circuit radiant.

2.2.3.4.4 Grups de pressió.

Cada col·lector secundari de distribució disposarà d'un grup de pressió de recirculació que funcionarà de forma constant. La bomba de la caldera haurà de garantir el caudal i la pressió necessària per a que el fluid arribi sense problemes a l'aspiració de les bombes de recirculació dels diferents col·lectors secundaris.

Els grups de pressió de recirculació hauran de garantir el cabal i la pressió necessària per a que el fluid caloportador flueixi a través dels circuits radiants i continuï cap al col·lector principal de retorn.

Bomba de la caldera.

- Pèrdua de càrrega del circuit principal.: 164 mm.c.a.
- Pèrdua de càrrega més desfavorable de les impulsions dels circuits secundaris de distribució: 551 mm.c.a (taula 2.221).
- Pèrdua de càrrega a superar: **715 mm.c.a.**
- Cabal a bombejar: **6,07 m³ / h.**

Bombes recirculadores dels circuits secundaris

Circuit secundari	Cabal [m ³ /h]	Pèrdua dels circuits radiants [mm.c.a]	Pèrdua del retorn del circuit de distribució [mm.c.a]	Pèrdua Total (+10%) [mm.c.a]	Grup de Pressió
Col·lector 1	0,326	475	32	507	PC-1025
Col·lector 2	0,367	618	70	688	PC-1025
Col·lector 3	0,820	1631	410	2041	PC-1025
Col·lector 4	0,474	354	102	456	PC-1025
Col·lector 5	0,723	1518	135	1653	PC-1025

Taula 2.224. Grups de pressió de recirculació de planta baixa.

d	Circuit secundari	Cabal [m ³ /h]	Pèrdua dels circuits radiants [mm.c.a]	Pèrdua del retorn del circuit de distribució [mm.c.a]	Pèrdua Total (+10%) [mm.c.a]	Grup de Pressió
	Col·lector 6	0,401	808	50	858	PC-1025
	Col·lector 7	0,323	475	55	530	PC-1025
	Col·lector 8	0,363	658	97	755	PC-1025
	Col·lector 9	0,810	1631	551	2182	PC-1025
	Col·lector 10	0,523	506	171	677	PC-1025
	Col·lector 11	0,935	1762	369	2131	PC-1025

Taula 2.225 Grups de pressió de recirculació de planta primera.

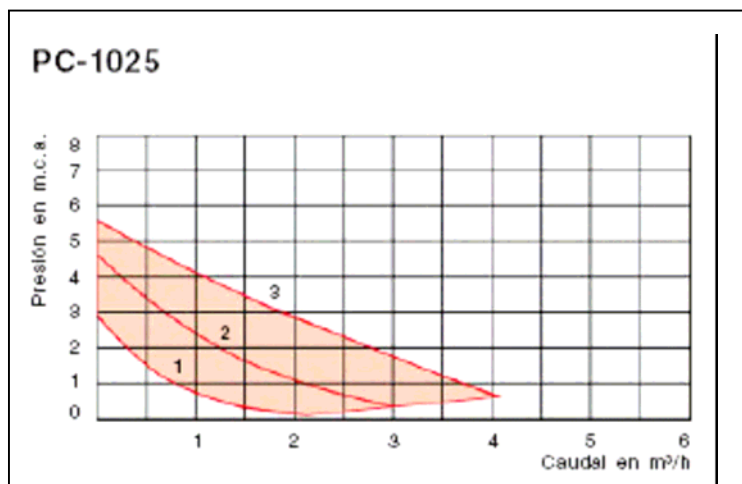


Figura 2.15 Corba característica del grup de Pressió PC-1025.

2.2.3.5 Vas d'expansió.

La funció del dipòsit d'expansió és absorbir l'augment de volum del fluid caloportador que es genera al incrementar la temperatura del mateix. Per tal de seleccionar el vas d'expansió òptim cal conèixer les següents dades del circuit primari:

a) Volum total de fluid caloportador que flueix pel circuit:

El volum total del fluid serà resultat de sumar:

- Volum al interior dels circuits radiants:

- Canonada $\phi_{\text{int}} = 16\text{mm}$ (3383 metres).

$$V = \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \cdot L = 0,681\text{m}^3 = 681\text{litres}$$

- Volum del interacumulador: 1500 litres.

- Volum al interior de les canonades de distribució:

- Canonada $\phi_{\text{int}} = 25,4\text{mm}(1")$ (352 metres).

$$V = \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \cdot L = 0,179\text{m}^3 = 179\text{litres}$$

- Canonada $\phi_{\text{int}} = 50,8(2")$ (6 metres).

$$V = \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \cdot L = 0,013\text{m}^3 = 13\text{litres}$$

El volum total del circuit primari es de 2373 litres ($V_c = 2373$ litres).

b) Factor de pressió:

El factor de pressió es defineix com: $F_p = \frac{P_f - P_i}{P_f}$

- P_f : Pressió absoluta final [bar].

- P_i : Pressió absoluta inicial [bar].

Aplicant els valors recomanats pel fabricant a la expressió anterior s'obté:

$$F_p = \frac{(3+1) - (1,5+1)}{(3+1)} = 0,375$$

c) Coeficient de dilatació del fluid caloportador (factor d'expansió):

Considerant una temperatura mitja de 44°C, el coeficient de dilatació del fluid caloportador es $F_e = 0,0296$.

d) Volum útil del vas d'expansió:

$$V_u = V_c \cdot F_e = 70,25 \text{ litres.}$$

e) Capacitat del vas d'expansió:

$$V_v = \frac{V_u}{F_p} = \mathbf{188 \text{ litres.}}$$

Es disposarà un vas d'expansió de Salvador Escoda model **CMF-200** amb una capacitat de 200 litres.

2.3 Càlculs justificatius de la instal·lació solar tèrmica de calefacció.

2.3.1 Introducció als càlculs

L'objectiu de la instal·lació solar tèrmica és transformar l'energia de radiació provinent del sol en energia tèrmica útil de calefacció, tal i com es mostra en la següent figura:

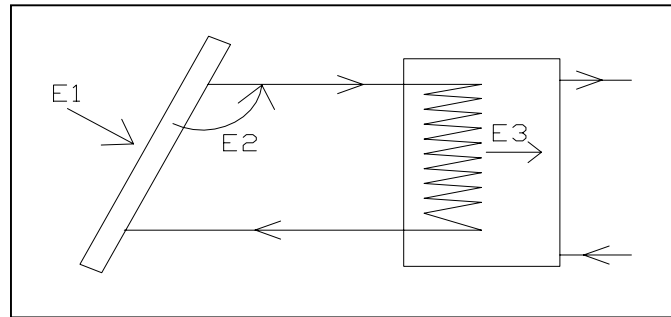


Figura 2.16. Procés de transformació de l'energia

On:

- E_1 : Energia solar de radiació que arriba als captadors.
- E_2 : Energia cedida al circuit primari.
- E_3 : Energia útil produïda de calefacció.(energia cedida al circuit secundari)

L'energia cedida al circuit primari de la instal·lació solar (E_2) s'obté amb el producte:

$$E_2 = E_1 \cdot \eta_c \quad (2.45)$$

On:

- E_2 : Energia cedida al circuit primari.
- E_1 : Energia solar de radiació que arriba als captadors
- η_c : Rendiment dels captadors.

L'energia útil transmesa al circuit secundari de calefacció (E_3) s'obté amb el producte:

$$E_3 = E_2 \cdot \eta_p \quad (2.46)$$

On:

- E_3 : Energia útil produïda de calefacció. (energia cedida al circuit secundari)
- E_2 : Energia cedida al circuit primari.
- η_p : Rendiment del circuit primari.

Amb les expressions anteriors es dedueix que l'energia útil de calefacció produïda diàriament depèn de tres factors:

$$E_3 = E_1 \cdot \eta_p \cdot \eta_c \quad (2.47)$$

On:

- E_3 : Energia útil produïda de calefacció [Kj/dia]
- E_1 : Energia solar de radiació que arriba als captadors [Kj/dia]
- η_c : Rendiment dels captadors.
- η_p : Rendiment del circuit primari.

2.3.2 Càlcul de l'energia solar rebuda pel captador (E_1).

Per tal de calcular l'energia de radiació rebuda pel captador (E_1), és necessari realitzar uns càlculs previs:

2.3.2.1 Càlcul de la declinació:

La declinació és l'angle entre l'equador terrestre i el pla orbital marcat per la línia que uneix el sol i la terra, tal i com es mostra en la següent figura:

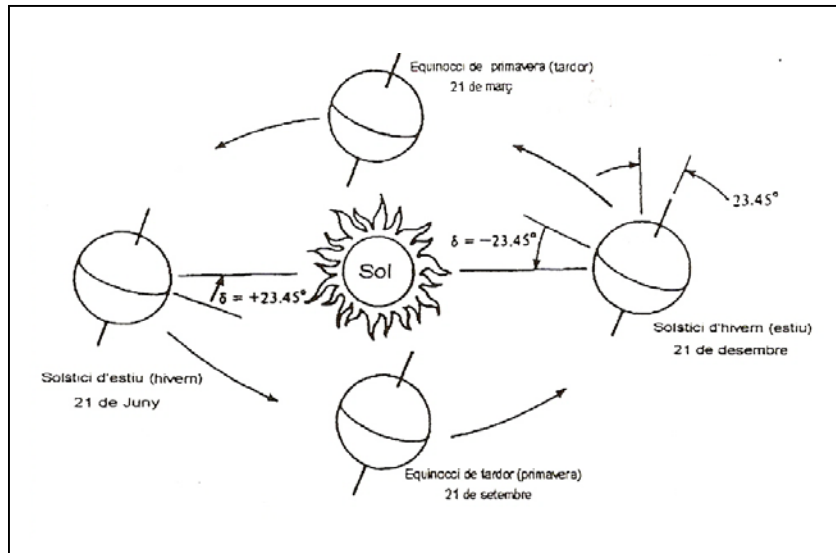


Figura 2.17. Declinació solar

La declinació es calcula segons la expressió:

$$\delta \cong 23,45^\circ \cdot \sin \left[360 \cdot \left(\frac{284 + n}{365} \right) \right] \quad (2.48)$$

On:

- n: dia de l'any
- δ : declinació [°C]

Amb aquesta expressió es calcula la declinació per cada un dels 365 dies de l'any:

- 4) 1 de gener: n=1
- 5) 2 de gener: n=2
- 6)
- 7) 31 de desembre: n=365

2.3.2.2 Càlcul de la fracció difusa de la radiació total mitjana mensual:

La radiació solar difusa acostuma a ser difícil de calcular ja que varia amb les condicions meteorològiques i és de caràcter irregular. En canvi, la fracció difusa de la radiació

total mitjana mensual es pot correlacionar amb un coeficient de transmissió de l'atmosfera que s'anomena índex de nuvolositat .

$$\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}} = 1,39 - 4,027 \cdot \overline{K}_T + 5,531 \cdot \overline{K}_T^2 - 3,108 \cdot \overline{K}_T^3 \quad (2.49)$$

On:

- $\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}$: fracció difusa de la radiació total mitjana mensual.
- \overline{K}_T : Índex de nuvolositat (veure annex 3)

2.3.2.3 Càlcul de l'angle horari corresponent a la posta del sol per una superfície horitzontal.

$$W_s = \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (2.50)$$

On:

- W_s :angle orari (sup. Horitzontal) [°C].
- ϕ :latitud [°C] ($\phi = 41,62$).
- δ : declinació [°C].

2.3.2.4 Càlcul de l'angle horari corresponent a la posta del sol per una superfície inclinada.

$$W'_s = \min[W_s, \arccos(-\tan(\phi - \beta) \cdot \tan \delta)] \quad (2.51)$$

On:

- W'_s :angle horari (sup. Inclinada) [°C].
- W_s :angle orari (sup. Horitzontal) [°C].
- ϕ :latitud [°C].
- δ : declinació [°C].
- β : inclinació del captador [°C]

2.3.2.5 Càlcul de la transmitància de l'atmosfera.

$$\overline{R}_b = \frac{\cos(\phi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin W'_s + (\pi / 180) \cdot W'_s \cdot \sin(\phi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin W_s + (\pi / 180) \cdot W_s \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta} \quad (2.52)$$

On:

- \overline{R}_b : quocient entre la mitjana mensual de radiació directa sobre una superfície inclinada i una superfície horitzontal per cada mes.
- ϕ : latitud [°C].
- β : inclinació del captador [°C].
- δ : declinació [°C].
- W'_s : angle horari (sup. Inclinada) [°C].
- W_s : angle orari (sup. Horitzontal) [°C].

2.3.2.6 Càlcul de la mitjana mensual de radiació diària sobre la superfície del captador i sobre una superfície horitzontal per cada mes.

$$\overline{R} = \left(1 - \frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}\right) \cdot \overline{R}_b + \left(\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}\right) \cdot \left(\frac{1 + \cos \beta}{2}\right) + \rho \cdot \left(\frac{1 - \cos \beta}{2}\right) \quad (2.53)$$

On:

- \overline{R} : quocient entre la mitjana mensual de radiació diària sobre la superfície del captador i sobre una superfície horitzontal per cada mes.
- $\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}$: fracció difusa de la radiació total mitjana mensual.
- \overline{R}_b : quocient entre la mitjana mensual de radiació directa sobre una superfície inclinada i una superfície horitzontal per cada mes.
- β : inclinació del captador [°C].

- ρ :reflectància del sol.

2.3.2.7 Càlcul de la mitjana mensual de radiació diària sobre una superfície inclinada.

$$\overline{H}_T = \overline{R} \cdot \overline{H} \quad (2.54)$$

On:

- \overline{R} :quocient entre la mitjana mensual de radiació diària sobre la superfície del captador i sobre una superfície horitzontal per cada mes.
- \overline{H}_T :mitjana mensual de radiació diària sobre una superfície inclinada. [$\text{kJ} / \text{m}^2 \cdot \text{dia}$].
- \overline{H} :mitjana mensual de radiació sobre una superfície horitzontal [$\text{kJ} / \text{m}^2 \cdot \text{dia}$]. (veure annex 3)

2.3.2.8 Pèrdues per inclinació.

En funció de la inclinació i orientació dels captadors solars es poden generar pèrdues que s'han de tenir presents. Es diferencien dos angles característics que defineixen la inclinació i la orientació del captador:

- Angle d'inclinació [β]: Angle que forma el captador amb la superfície horitzontal (veure figura 2.18).
- Angle azimuth [α]: Angle entre la projecció sobre el pla horitzontal de la normal a la superfície del captador i el meridià del lloc. Si el captador està orientat el sud l'azimut és zero. (veure figura 2.18).

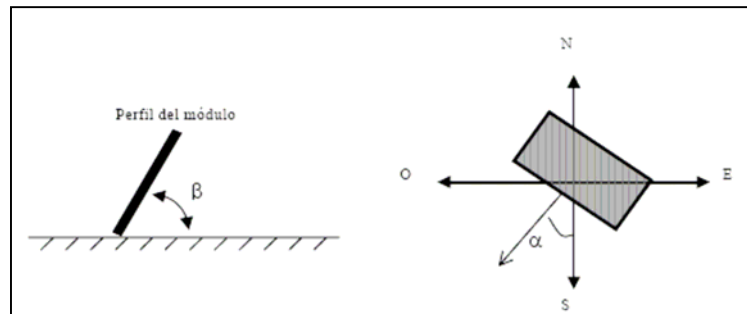


Figura 2.18. angle d'inclinació del captador i angle d'azimut

En la figura 2.19 s'especifiquen les pèrdues en funció de l'azimut i de l'angle d'inclinació. En el cas de la instal·lació solar projectada l'angle azimut pren el valor zero donat que els captadors estan orientats al sud. L'angle d'inclinació és de 50° . Introduint aquest valors en la figura 2.19 s'obtenen unes pèrdues entre 0 i 0,5%

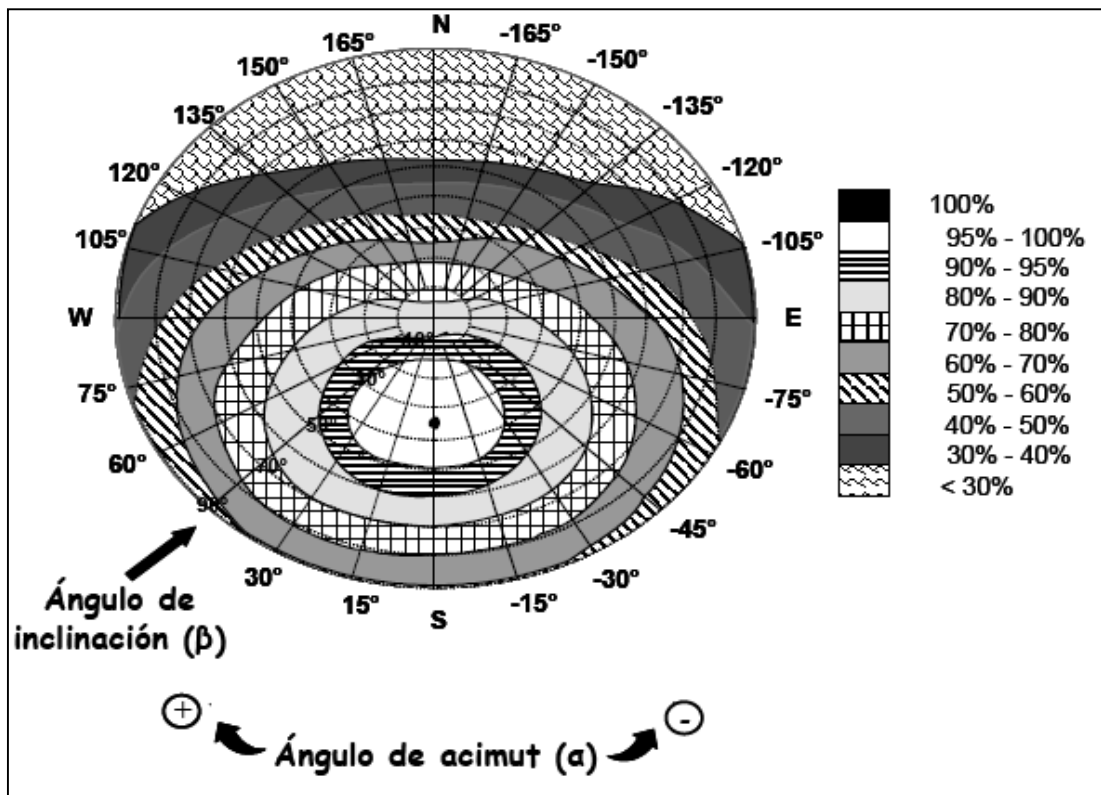


Figura 2.19. percentatge d'energia respecte al màxim

2.3.2.9 Pèrdues per ombres.

Donat que l'emplaçament de la nau es troba en un lloc on no hi ha cap edificació ni cap obstacle natural al voltant capaç d'originar ombres sobre els captadors, es consideren pràcticament nul·les les pèrdues per ombra. Tot i així es consideren unes pèrdues genèriques del 5% generades per la inclinació, orientació i possibles ombres.

2.3.2.10 Resultats obtinguts de l'energia solar rebuda pels captadors.

Sumand els termes energètics \bar{H}_T (equació 2.54) corresponents a tots els dies del mes, s'obté l'energia solar rebuda per metre quadrat en cada un dels mesos de l'any. Els resultats obtinguts es mostren en la taula següent.

	Energia solar rebuda [Kj/(m ² · mes)]	Energia solar rebuda per cada captador [Kj/(captador · mes)]
Gener	360402,2443	756844,7129
Febrer	594956,9531	1249409,601
Març	641935,2981	1348064,126
Abril	608329,4469	1277491,838
Maig	623676,0427	1309719,69
Juny	628863,9789	1320614,356
Juliol	677568,4496	1422893,744
Agost	659030,7117	1383964,494
Setembre	607538,1537	1275830,123
Octubre	573017,1966	1203336,113
Novembre	331728,5478	696629,9505
Desembre	219088,0412	460084,8865

Taula 2.226. Energia solar rebuda per captador

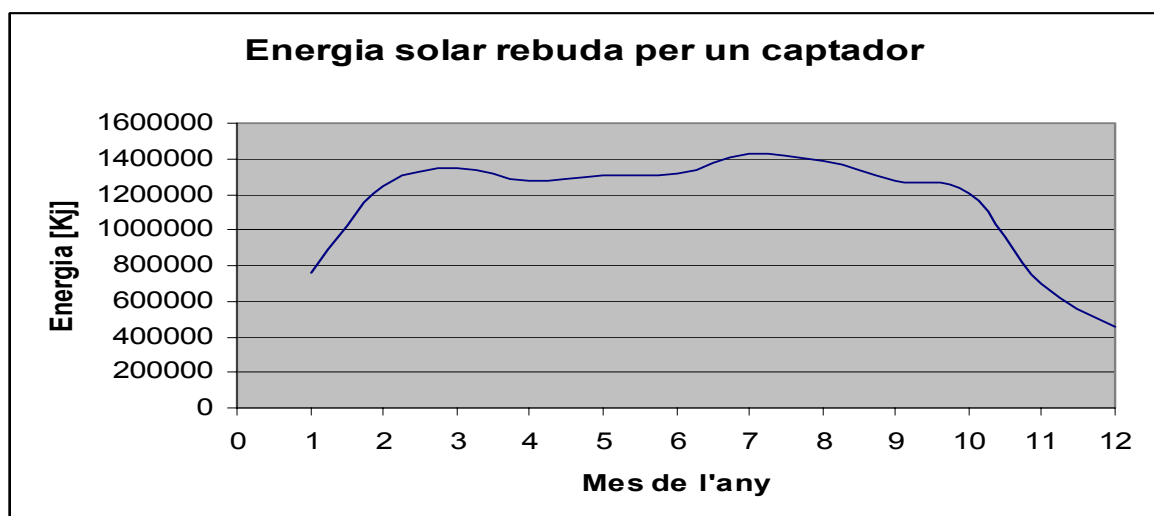


Figura 2.20. Energia solar rebuda per un captador

2.3.3 Rendiment del captador .

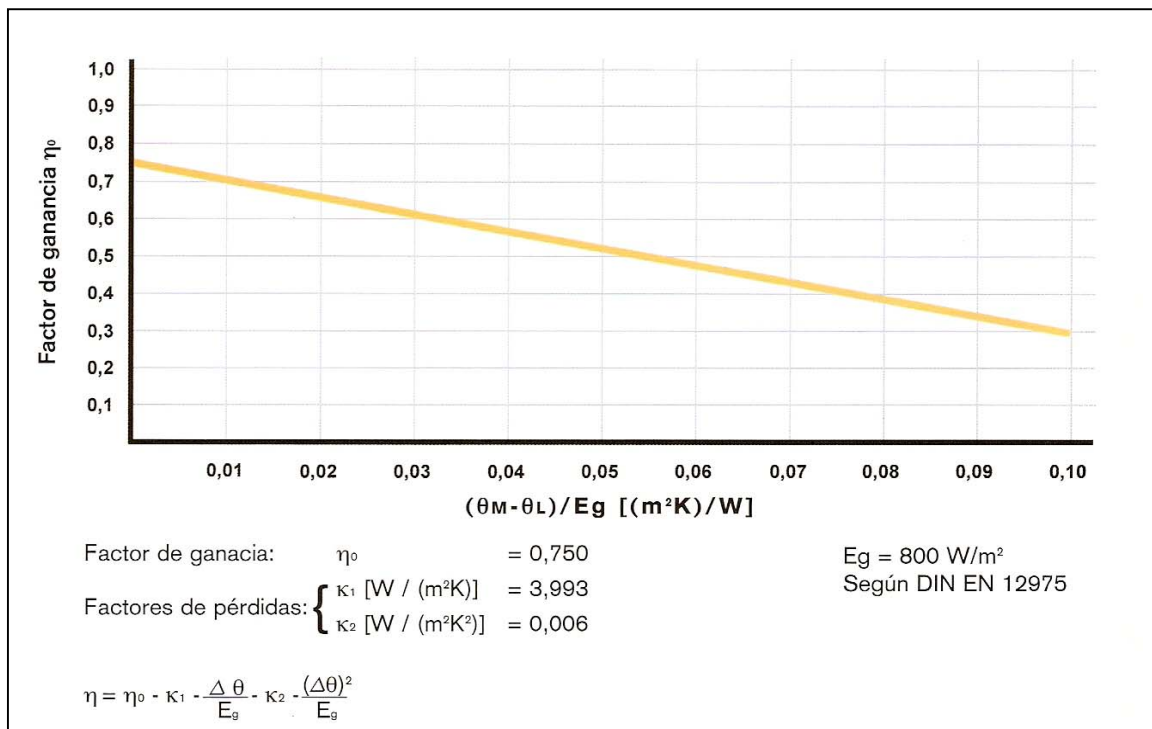


Figura 2.21. Rendiment del captador

La corba de rendiment està definida per quatre constants facilitades pel fabricant, i per dues variables.

Constants:

- Factor de pèrdues: $K1 = 3,993 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$

- Factor de pèrdues: $K2 = 0,006 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$

- Factor de guany: $\eta_0 = 0,750$

- Irradiació solar: $E_g = 800 \left[\frac{W}{m^2} \right]$

Variables:

- $\theta_m [K]$: Temperatura mitja del fluid caloportador.
- $\theta_L [K]$: Temperatura ambient.

Segons l'expressió anterior, el rendiment depèn de dues temperatures variables:

- La temperatura ambient.
- La temperatura mitja del fluid caloportador.

No és possible conèixer amb exactitud el rendiment instantani del captador donat que no podem predir els valors que prendran les dues variables anteriors. No obstant, es pot realitzar un estudi acurat utilitzant les següents dades:

- Temperatura exterior: Es prenen les temperatures mitjanes mensuals publicades en la taula G.2 de l'annex G del "Documento Básico de Ahorro de Energía" del CTE.
- Temperatura mitjana del fluid caloportador: Es pren el valor recomanat pel fabricant de 45°C.

Aplicant les constants i les variables definides en l'expressió de la corba de rendiment, s'obtenen els següents resultats:

	Rendiment del captador solar [%]
Gener	54,11
Febrer	55,39
Març	56,77
Abril	58,26
Maig	60,49
Juny	62,69
Juliol	64,50
Agost	64,18
Setembre	62,64
Octubre	59,73
Novembre	56,17
Desembre	54,28

**Taula 2.227. Rendiment
del captador**

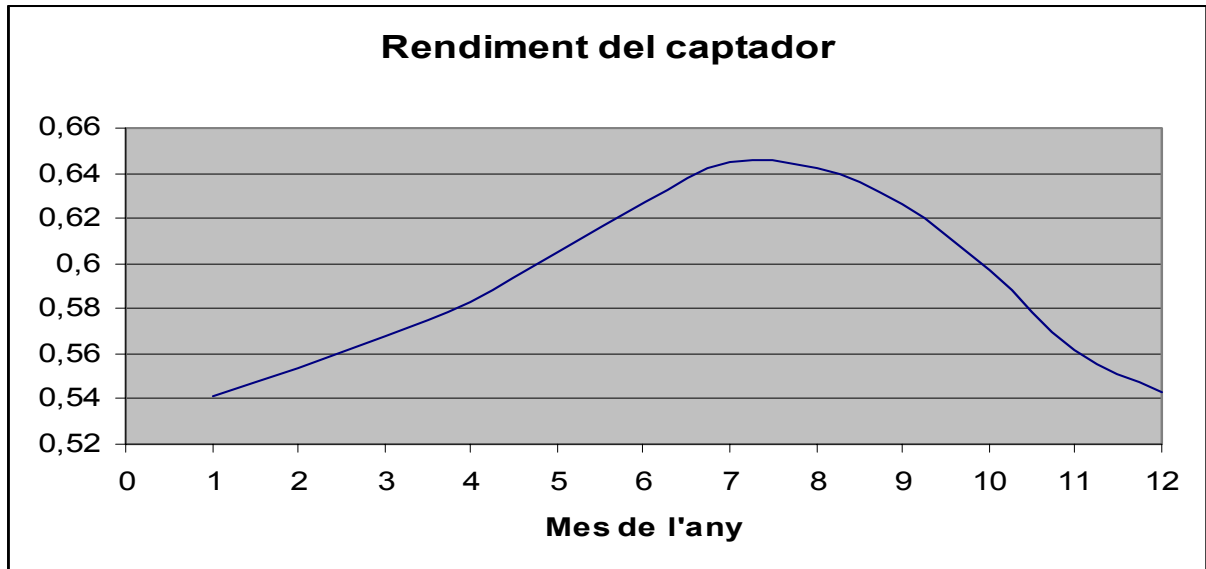


Figura 2.22. Rendiment del captador

2.3.4 Energia tèrmica transmesa al circuit primari .

Coneguda l'energia solar que arriba al captador i el rendiment del mateix, es pot calcular l'energia que el captador transmetrà al circuit primari mitjançant la següent expressió:

$$E_2 = E_1 \cdot \eta_c \quad (2.55)$$

On:

- E_2 : Energia mensual transmesa per un captador al circuit primari [Kj].
- E_1 :Energia mensual solar de radiació que arriba a un captador [Kj].
- η_c : Rendiment dels captadors.

Els resultats obtinguts es mostren en la següent taula:

	Energia solar rebuda per cada captador [Kj/(captador · mes)]	Rendiment del captador solar	Energia tèrmica transmesa al circuit primari [Kj/(captador · mes)]
Gener	756844,7129	0,54114375	409561,7861
Febrer	1249409,601	0,5539467	692106,3256
Març	1348064,126	0,56777295	765394,3456
Abril	1277491,838	0,5826	744266,7451
Maig	1309719,69	0,60490605	792257,3641
Juny	1320614,356	0,62695995	827972,3104
Juliol	1422893,744	0,6450573	917847,9968
Agost	1383964,494	0,64187625	888333,9399
Setembre	1275830,123	0,62642505	799211,9484
Octubre	1203336,113	0,5973177	718773,9592
Novembre	696629,9505	0,56170095	391297,705
Desembre	460084,8865	0,5428182	249742,45

Taula 2.228. Energia tèrmica transmesa al circuit primari.

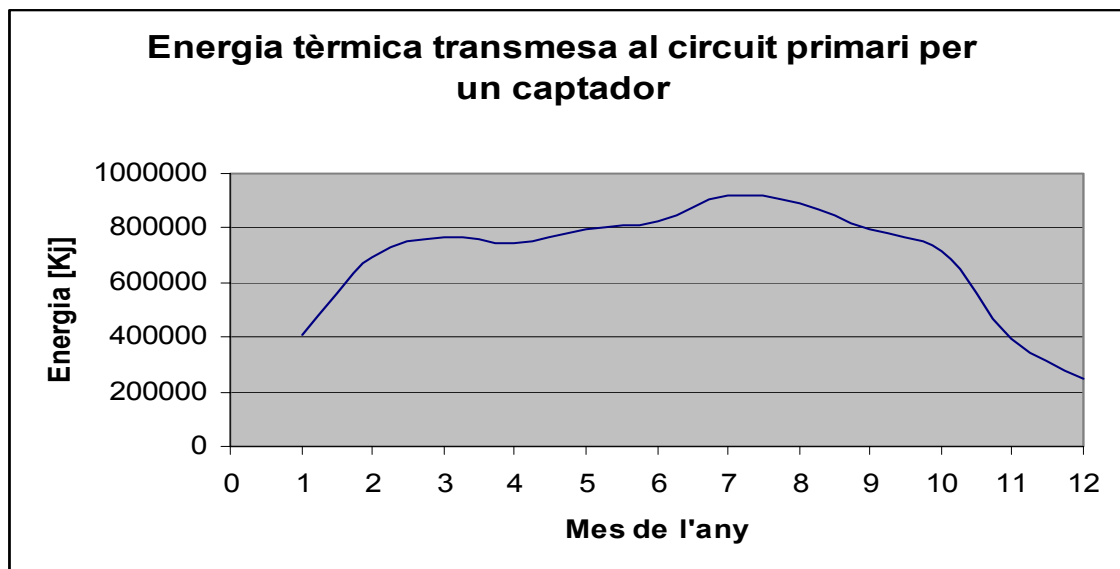


Figura 2.23. Energia tèrmica transmesa al circuit primari.

2.3.5 Energia tèrmica transmesa al circuit secundari de calefacció.

La funció del circuit primari és absorbir l'energia tèrmica transmesa pels captadors i dissipar-la en el serpentí de l'interacumulador, escalfant d'aquesta manera l'aigua que es troba en el circuit secundari. Donat que el circuit primari es troba aïllat tèrmicament amb coquilla de 30cm. d'espessor, tota l'energia tèrmica transportada pel fluid caloportador es dissiparà en el serpentí de l'interacumulador. Sota aquestes condicions, tota l'energia aportada pel fluid caloportador és energia útil de calefacció. No obstant, es considera un rendiment del circuit primari del 90% per estimar alguna possible pèrdua tèrmica per l'aïllament. L'energia tèrmica útil de calefacció s'obté segons la següent expressió:

$$E_3 = \mu_p \cdot E_2 \quad (2.56)$$

On:

- E_3 : Energia mensual útil de calefacció produïda per un captador [Kj]
- E_2 : Energia mensual transmesa per un captador al circuit primari [Kj]
- η_p : Rendiment del circuit primari.

Aplicant l'equació 2.56 s'obtenen els següents resultats:

	Energia tèrmica transmesa al circuit primari [Kj/(captador · mes)]	Energia tèrmica útil de calefacció [Kj/(captador · mes)]
Gener	409561,7861	368605,6075
Febrer	692106,3256	622895,693
Març	765394,3456	688854,911
Abril	744266,7451	669840,0706
Maig	792257,3641	713031,6277
Juny	827972,3104	745175,0794
Juliol	917847,9968	826063,1971
Agost	888333,9399	799500,5459
Setembre	799211,9484	719290,7536
Octubre	718773,9592	646896,5633
Novembre	391297,705	352167,9345
Desembre	249742,45	224768,205

Taula 2.29. Energia tèrmica útil de calefacció obtinguda

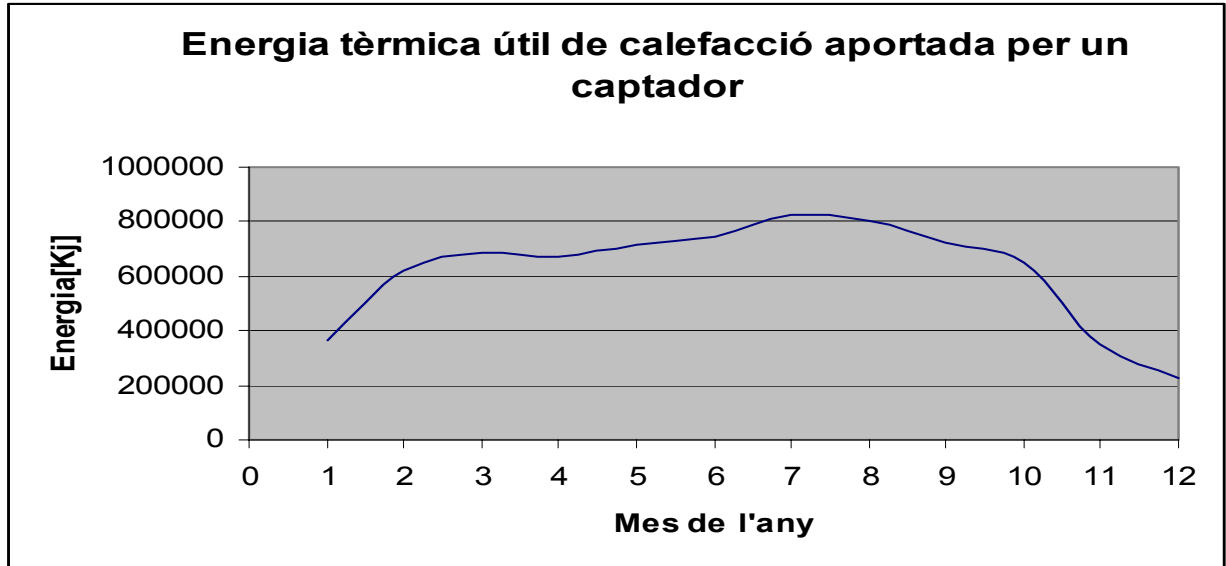


Figura 2.24. Energia tèrmica útil de calefacció.

2.3.6 Cobertura solar.

La cobertura solar està determinada per la relació anual entre l'energia aportada per la instal·lació solar i l'energia total que requereix el sistema de calefacció.

Per tal de calefacter l'ampliació de la nau industrial es necessita una potència calorífica de **47.637 W**. durant una mitja de 207 hores mensuals (23 dies laborables al mes / 9 hores diàries). Això suposa una energia mensual de 35.499.092,4 Kj. Donat que la instal·lació de calefacció funcionarà durant sis mesos, l'energia anual requerida serà de **212.994.554,4 Kj**.

L'energia tèrmica aportada per la instal·lació solar es calcula multiplicant els valors E_3 obtinguts anteriorment pel nombre de captadors instal·lats, segons l'expressió:

$$E_s = n \cdot E_3 \quad (2.57)$$

On:

- E_s : Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj].
- E_3 : Energia mensual útil de calefacció produïda per un captador [Kj].
- n : nombre de captadors instal·lats.

En les següents taules es mostren alguns resultats representatius per a diferents nombres de captadors instal·lats.

(n=1) Instal·lació solar amb 1 captador

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	368605,6075
Febrer	622895,693
Març	688854,911
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	646896,5633
Novembre	352167,9345
Desembre	224768,205

**Taula 2.230. Energia útil produïda
per 1 captador**

(n=5) Instal·lació solar amb 5 captadors

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	1843028,038
Febrer	3114478,465
Març	3444274,555
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	3234482,817
Novembre	1760839,673
Desembre	1123841,025

**Taula 2.231. Energia útil produïda
per 5 captadors.**

(n=10) Instal·lació solar amb 10 captadors (n=15) Instal·lació solar amb 15 captadors

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	3686056,08
Febrer	6228956,93
Març	6888549,11
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	6468965,63
Novembre	3521679,35
Desembre	2247682,05

**Taula 2.232. Energia útil produïda
per 10 captador**

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	5529084,113
Febrer	9343435,395
Març	10332823,67
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	9703448,45
Novembre	5282519,018
Desembre	3371523,075

**Taula 2.233. Energia útil produïda
per 15 captadors.**

(n=20) Instal·lació solar amb 20 captadors (n=25) Instal·lació solar amb 25 captadors

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	7372112,15
Febrer	12457913,86
Març	13777098,22
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	12937931,27
Novembre	7043358,69
Desembre	4495364,1

**Taula 2.234. Energia útil produïda
per 20 captador**

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	9215140,188
Febrer	15572392,33
Març	17221372,78
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	16172414,08
Novembre	8804198,363
Desembre	5619205,125

**Taula 2.235. Energia útil produïda
per 25 captadors.**

(n=30) Instal·lació solar amb 30 captadors

(n=35) Instal·lació solar amb 35 captadors

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	11058168,23
Febrer	18686870,79
Març	20665647,33
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	19406896,9
Novembre	10565038,04
Desembre	6743046,15

**Taula 2.236. Energia útil produïda
per 30 captador**

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	12901196,3
Febrer	21801349,3
Març	24109921,9
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	22641379,7
Novembre	12325877,7
Desembre	7866887,18

**Taula 2.237. Energia útil produïda
per 35 captadors.**

(n=40) Instal·lació solar amb 40 captadors

(n=45) Instal·lació solar amb 45 captadors

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	14744224,3
Febrer	24915827,7
Març	27554196,4
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	25875862,5
Novembre	14086717,4
Desembre	8990728,2

**Taula 2.238. Energia útil produïda
per 40 captador**

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	16587252,3
Febrer	28030306,2
Març	30998471
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	29110345,3
Novembre	15847557,1
Desembre	10114569,2

**Taula 2.239. Energia útil produïda
per 45 captadors.**

(n=50) Instal·lació solar amb 50 captadors

(n=55) Instal·lació solar amb 55 captadors

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	18430280,4
Febrer	31144784,7
Març	34442745,6
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	32344828,2
Novembre	17608396,7
Desembre	11238410,3

**Taula 2.240. Energia útil produïda
per 50 captador**

Mes de L'any	Energia mensual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
Gener	20273308,4
Febrer	34259263,1
Març	37887020,1
Abril	0
Maig	0
Juny	0
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	35579311
Novembre	19369236,4
Desembre	12362251,3

**Taula 2.241. Energia útil produïda
per 55 captadors.**

Sumand les energies de tots els mesos s'obté l'energia útil de calefacció anual produïda per la instal·lació solar, obtenint els següents resultats:

Nombre de captadors (n)	Energia anual útil produïda per la instal·lació solar [Kj]
1	2904188,914
5	14520944,57
10	29041889,14
15	43562833,71
20	58083778,29
25	72604722,86
30	87125667,43
35	101646612
40	116167557
45	130688501
50	145209446
55	159730390

Taula 2.242. Energia útil anual

Coneixent la demanda anual energètica de calefacció i l'energia tèrmica de calefacció aportada per la instal·lació solar en funció del nombre de captadors (taula 2.242), es pot calcular de la cobertura solar segons la següent expressió:

$$C = \left(\frac{E_{s,a}}{D_{e,a}} \right) \cdot 100 \quad (2.58)$$

On:

- C : Cobertura solar [%].
- $E_{s,a}$:Energia anual útil produïda per la instal·lació solar.[kJ].
- $D_{e,a}$:Demanda energètica anual de calefacció [kJ].

Els resultats obtinguts son els següents:

Nombre de captadors (n)	Cobertura solar [%]
1	1,30
5	6,52
10	13,05
15	19,58
20	26,10
25	32,63
30	39,16
35	45,69
40	52,21
45	58,74
50	65,27
55	71,80

Taula 2.243 . Cobertura solar

2.3.7 Valoració econòmica.

La instal·lació solar tèrmica suposa un estalvi energètic anual de combustible, i consegüentment, un estalvi econòmic. Per realitzar una valoració de l'estalvi econòmic es tenen presents les següents dades:

- Contracte de gas natural a tarifa .
- Subministrament de gas a baixa pressió ($P \leq 4bar$).

En funció del consum anual de gas existeixen 4 tipus de tarifes per al grup 3 ($P \leq 4bar$).

El consum de gas es mesura en m^3 , però s'expressa en Kwh. amb la finalitat d'equiparar-lo amb un consum elèctric. Cada m^3 de gas conté un poder calorífic de $10,791 Kwh$. En la següent taula es mostren les diferents tarifes del grup 3.

Tarifa	Intervalo consumo	Término fijo €/mes	Término variable €/kWh
3.1	Inferior o igual a 5.000 kWh/año	2,44	0,049346
3.2	Superior a 5.000 kWh/año e inferior a 50.000 kWh/año	5,46	0,042104
3.3	Superior a 50.000 kWh/año e inferior a 100.000 kWh/año	42,31	0,033259
3.4	Superior a 100.000 kWh/año	63,13	0,030762
Tarifas publicadas en el BOE nº 312 de 30 de diciembre de 2006, vigentes desde el 1 de enero de 2007.			

Taula 2.244. Tarifes de gas del grup 3

L'estalvi de gas produït pels captadors solars es calcula dividint els valors de la taula 2.242 entre el rendiment de la caldera (0,93). El consum de gas serà la diferència entre el valor total i l'estalvi obtingut. Els valors obtinguts es mostren en la següent taula :

Nombre de captadors (n)	Estalvi de gas [Kj/any]	Estalvi de gas [Kwh/any]	Consum de gas [Kwh/any]
1	3109409,97	864,41	60981
5	15547049,9	4322,07	57523
10	31094099,7	8644,15	53201
15	46641149,6	12966,23	48879
20	62188199,5	17288,31	44557
25	77735249,3	21610,39	40235
30	93282299,2	25932,47	35913
35	108829349	30254,55	31591
40	124376399	34576,63	27269
45	139923449	38898,71	22947
50	155470499	43220,79	18625
55	171017548	47542,87	14303

Taula 2.245. Estalvi i consum de gas en funció del nombre de captadors

El consum de gas màxim anual és de 61.845,15 kWh, inferior a 100.000 kWh. i superior a 50.000 kWh. Per aquest consum li correspon la tarifa 3.3, tal i com s'especifica en la taula 4:

- Terme fix: 42,31 (euro/client i mes).
- Terme variable: 0,033259 (euro/kWh).

Al preu del gas també es sumarà el valor del lloguer del comptador i l'IVA.

- Lloguer del comptador: 1,08 €/mes.
- IVA: 16%

Amb la següent expressió s'obté l'estalvi de gas anual:

$$ESTALVI_GAS = (T_v * C + 6 * T_f + 12 * LL) * 1,16 \quad (2.59)$$

On:

- T_f : terme fix del preu del gas [€/mes].
- T_v : terme variable del preu del gas [€/Kwh].
- C : estalvi de gas en funció del nombre de captadors [Kwh].
- LL : Lloguer del comptador de gas [€/mes].

En funció del nombre de captadors es produirà l'estalvi econòmic anual indicat en la següent taula:

Nombre de captadors (n)	Estalvi econòmic anual[€]
1	335
5	468
10	635
15	802
20	968
25	1135
30	1302
35	1469
40	1635
45	1802
50	1969
55	2136

Taula 2.246. Estalvi econòmic anual

Per una altra banda és necessari una inversió econòmica per dur a terme la instal·lació solar i fer-la funcionar. Existeixen subvencions que poden arribar a cobrir el 50% del cost total de la instal·lació.

El preu de la instal·lació solar, en funció del nombre de captadors, es mostra en la següent taula. Es considera una subvenció del 40% del preu total:

Nº captadors	Preu Interacumulador. [€]	Preu circuit Primari [€]	Preu Grup pressió. [€]	Preu central control [€]	Preu coquilla aïllant [€]	Preu col·lectors [€]	Preu Instal·lació [€]	Preu Instal·lació amb subvenció [€]
5	1480,21	5000	532,29	297,6	457,15	3000	10767,25	6460,35
10	2645,86	5000	532,29	297,6	457,15	6000	14932,9	8959,74
15	2842,54	5000	532,29	297,6	457,15	9000	18129,58	10877,748
20	5515,52	5000	532,29	297,6	457,15	12000	23802,56	14281,536
25	5515,52	6000	532,29	297,6	457,15	15000	27802,56	16681,536
30	6239,08	6000	532,29	297,6	457,15	18000	31526,12	18915,672
35	6239,08	6000	532,29	297,6	457,15	21000	34526,12	20715,672
40	7716,83	9000	532,29	297,6	457,15	24000	42003,87	25202,322
45	7716,83	9000	532,29	297,6	457,15	27000	45003,87	27002,322
50	8126,6	9000	532,29	297,6	457,15	30000	48413,64	29048,184
55	8126,6	9000	532,29	297,6	457,15	33000	51413,64	30848,184

Taula 2.247. Cost de la instal·lació solar

En el cas de calefacció no hi ha una cobertura mínima solar establerta. El paràmetre per determinar el nombre de captadors de la instal·lació anirà en funció de la inversió que vulgui fer el promotor i d'aconseguir amortitzar la instal·lació al llarg de la seva vida útil.

El cost màxim assumible pel promotor és de 17.000 euros. En funció d'aquest valor la instal·lació disposarà de **25 captadors**, amb una cobertura superior al **30%**.

Amb l'expressió 2.60 determina el benefici que produirà la instal·lació solar tèrmica a mesura que transcorren els anys. Inicialment els beneficis seran negatius degut a que s'ha fet una inversió inicial. En el moment en que els beneficis siguin zero la instal·lació estarà amortitzada.

$$B = A \sum_1^t \left(\frac{1+c}{1+e_d} \right)^t - M \sum_1^t \left(\frac{1+i}{1+e_d} \right)^t - C \quad (2.60)$$

On:

- B: Benefici net [€].
- A: Estalvi anual en el cost del combustible [€].
- M: Cost del manteniment durant el primer any [€]
- C: Cost de la inversió [€]
- e_d : Interès del diner (5%).
- i: Valor de la inflació anual (2%).
- c: Increment del preu del combustible cada any [0,04€]
- t: nombre d'anys que es fa ús de la instal·lació.

Per la instal·lació de 25 captadors tindrem els següents valors:

- C = **16681,536** [€]. (amb subvencions).
- C = **27802,56** [€]. (sense subvencions).
- M = **250,223** [€].
- A = **1135** [€].

Aplicant l'equació 2.60 obtenim les següents taules on es mostra el benefici obtingut al llarg de la vida útil de la instal·lació solar.

Anys	Benefici [€]
1	-15778,8003
2	-14858,2071
3	-13919,851
4	-12963,8199
5	-11990,1949
6	-10999,0512
7	-9990,45739
8	-8964,47627
9	-7921,16454
10	-6860,57313
11	-5782,74729
12	-4687,72668
13	-3575,54555
14	-2446,2328
15	-1299,81211
16	-136,302048
17	1044,28383
18	2241,93686
19	3456,65321
20	4688,43375

Taula 2.248. Benefici

De la taula anterior es dedueix:

- **Amortització** de la instal·lació solar: **16 anys.**
- **Benefici** al cap de 20 anys: **4688,43375 [€]**

2.3.8 Volum d'acumulació.

El volum d'acumulació cobrirà la demanda en almenys una hora de forma autònoma. La relació entre el volum d'acumulació (V) i la superfície de captació (A) variarà entre els valors:

$$25 < V/A < 50$$

La superfície de captació de la instal·lació solar tèrmica serà de $25 \times 2,1 = 52,5 \text{ m}^2$. Amb un interacumulador de **1500 litres** es compleix la relació entre el volum i la superfície de captació dintre dels rangs establerts: $V/A = 28,57$.

2.3.9 Vas d'expansió.

La funció del dipòsit d'expansió és absorbir l'augment de volum del fluid caloportador que es genera al incrementar la temperatura del mateix. Per tal de seleccionar el vas d'expansió òptim cal conèixer les següents dades del circuit primari:

f) Volum total de fluid caloportador que flueix pel circuit primari:

El volum total del circuit primari serà resultat de sumar:

- Volum al interior dels captadors: $1,15 \times 25 = 28,75$ litres.
- Volum al interior del serpentí de l'interacumulador: 15 litres.
- Volum al interior de les canonades:

- Canonada $\phi_{\text{int}} = 51$ (114 metres).

$$V = \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \cdot L = 0,233 \text{ m}^3 = 233 \text{ litres}$$

El volum total del circuit primari es de 276,75 litres ($V_c = 277$ litres).

g) Factor de pressió:

El factor de pressió es defineix com: $F_p = \frac{P_f - P_i}{P_f}$

- P_f : Pressió absoluta final [bar].

- P_i : Pressió absoluta inicial [bar].

Aplicant els valors recomanats pel fabricant a la expressió anterior s'obté:

$$F_p = \frac{(3+1) - (1,5+1)}{(3+1)} = 0,375$$

h) Coeficient de dilatació del fluid caloportador (factor d'expansió):

Considerant una temperatura mitja de 44°C, el coeficient de dilatació del fluid caloportador es $F_e = 0,0296$.

i) Volum útil del vas d'expansió:

$$V_u = V_c \cdot F_e = 8,2 \text{ litres.}$$

j) Capacitat del vas d'expansió:

$$V_v = \frac{V_u}{F_p} = 22 \text{ litres.}$$

Es disposarà un vas d'expansió model **SAG35 (Junkers)** amb una capacitat de **35 litres**

2.3.10 Circuit primari .

2.3.10.1 Càlcul del cabal del circuit primari.

El RITE fixa que ha de circular un cabal entre 1,2 l/s i 1,6 l/s per cada 100 m^2 de superfície de captadors. Per cada metre quadrat de captador circularan 50 l/h. Donat que la instal·lació disposa de 25 captadors amb una superfície útil de 2,1 m^2 /captador, el cabal que haurà de fer circular el grup de bombeig serà de $50 \cdot 25 \cdot 2,1 = 2625 \text{ l/h}$.

2.3.10.2 Càlcul de les canonades del circuit primari.

2.3.10.2.1 Cabal, velocitat i secció dels diferents trams.

Coneixent la relació entre el cabal del fluid caloportador i la superfície de captació es calcula el cabal que ha de fluir pels diferents trams del circuit primari. Per cada metre quadrat de captació solar circularan 50 l/h de fluid caloportador. En funció dels captadors que alimenta un determinat tram es pot calcular el cabal que ha de circular pel mateix, tal i com mostra la següent successió:

- Tram que alimenta a un captador: $1 \cdot 50 \cdot 2,1 = 105 \text{ l/h} = 0,105 \text{ m}^3 / \text{h}$.
- Tram que alimenta a dos captadors: $2 \cdot 50 \cdot 2,1 = 210 \text{ l/h} = 0,210 \text{ m}^3 / \text{h}$.
- Tram que alimenta a tres captadors: $3 \cdot 50 \cdot 2,1 = 315 \text{ l/h} = 0,315 \text{ m}^3 / \text{h}$.
- Tram que alimenta "n" captadors: $n \cdot 50 \cdot 2,1 = (n \cdot 105) \text{ l/h} = (0,105 \cdot n) \text{ m}^3 / \text{h}$.

Coneixent el cabal de cada tram, i fixant un diàmetre, es calcula la velocitat amb la que circula el fluid caloportador, tal i com indica la següent expressió:

$$V = \frac{Q}{S} \quad (2.61)$$

On:

- V : velocitat del fluid [m/s].
- Q : cabal [m^3 / h].
- S : secció del conducte [m^2].

2.3.10.2.2 Nombre de Reynolds.

Coneguda la velocitat i la dimensió de cada tram, així com la viscositat cinemàtica del fluid caloportador ($72 \cdot 10^{-6} [\text{m}^2 / \text{s}]$), es calcula el nombre de Reynolds amb la següent expressió:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (2.62)$$

On:

- Re: nombre de Reynolds.
- V : velocitat del fluid [m/s].
- D : diàmetre del conducte [m].
- ν : viscositat cinemàtica del fluid caloportador [m^2 / s].

2.3.10.2.3 Pèrdues de càrrega.

La pèrdua de pressió total que sofreix el fluid caloportador es pot desglossar de la següent forma:

-Pèrdues lineals.

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (2.63)$$

$$f = \frac{64}{Re} \quad (\text{Vàlida per a règim laminar } Re \leq 2000) \quad (2.64)$$

On:

- V : velocitat del fluid [m/s].
- D : diàmetre del conducte [m].
- g : acceleració de la gravetat [m / s^2].
- f : coeficient de fricció.
- L : Longitud del tram.
- Re: nombre de Reynolds.
- ΔP :Pèrdua de càrrega [m]

- Pèrdues singulars.

Per calcular les pèrdues de càrrega singulars s'utilitza el mètode de longitud equivalent, utilitzant la següent figura:

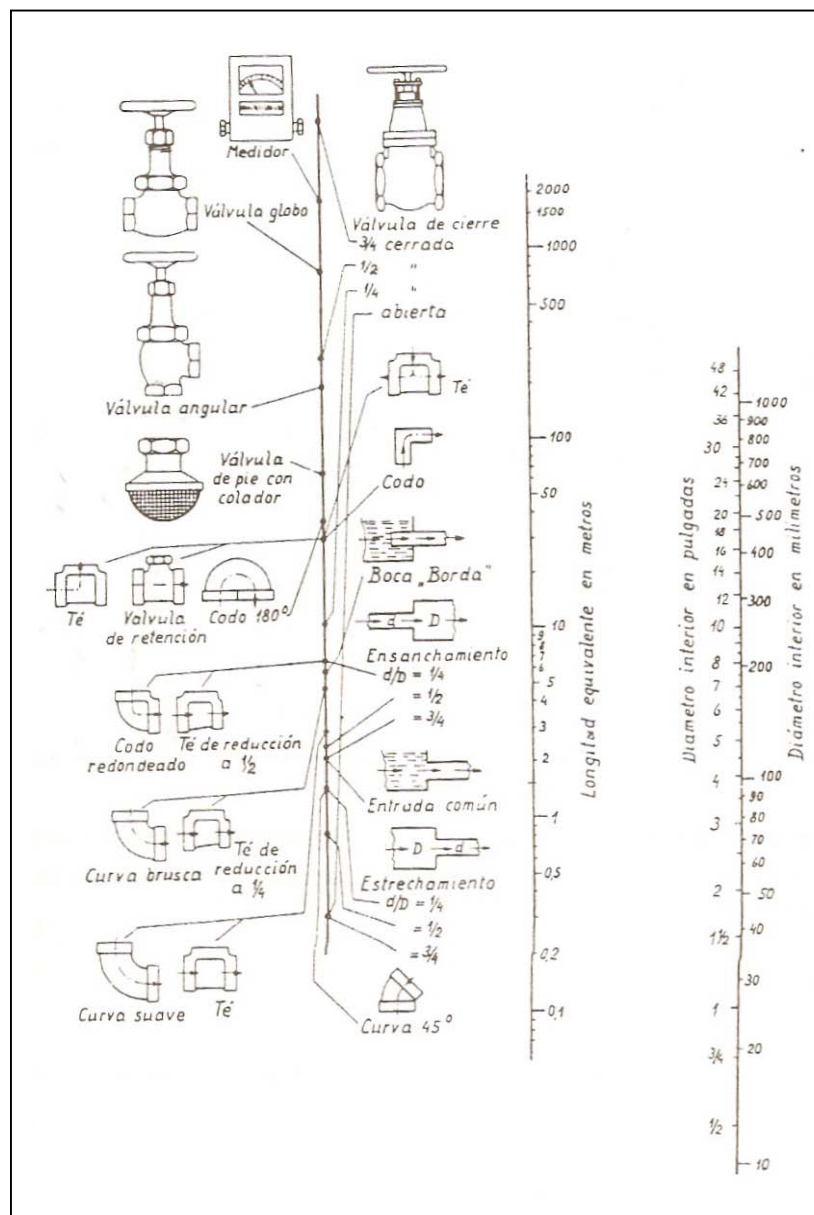


Figura 2.25. Longitud equivalent de diferents singularitats.

- Colzes, vàlvules i accessoris.

- Colzes .

- Longitud equivalent segons figura 2.25: 1 m.

- Vàlvules de tall (oberta).

- Longitud equivalent segons figura 2.25: 0,4 m.

- Derivacions en “T” .

- Longitud equivalent segons figura 2.25: 3,5 m.

Conegudes les longituds equivalents, es calcula per cada accessori la pèrdua de càrrega amb la següent expressió:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (2.65)$$

$$f = \frac{64}{Re} \quad (\text{Vàlida per a règim laminar } Re \leq 2000) \quad (2.66)$$

On:

- V : velocitat del fluid [m/s].
- D : diàmetre del conducte [m].
- g : acceleració de la gravetat [m/s^2].
- f : coeficient de fricció.
- L_{eq} : Longitud equivalent.
- Re : nombre de Reynolds.
- ΔP :Pèrdua de càrrega [m]

- Captadors.

La següent gràfica mostra la pèrdua de càrrega que sofreix el fluid caloportador al circular pel interior d'un captador.

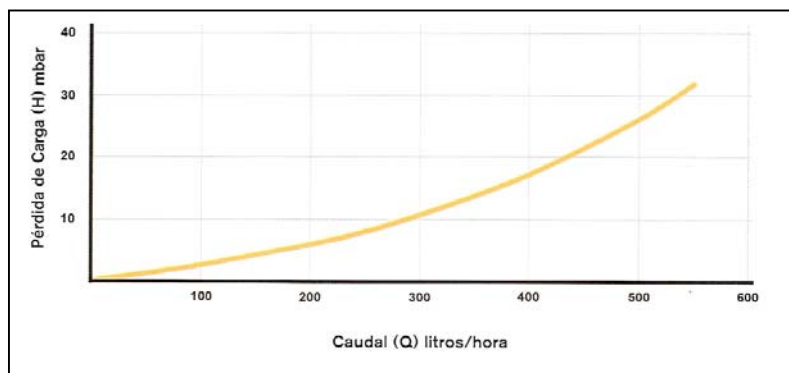


Figura 2.26. Pèrdua de càrrega del captador solar

La pèrdua de càrrega total de cada tram (veure plànol n° 12) serà la suma de les pèrdues lineals i les pèrdues singulars. Els resultats obtinguts es mostren en les següents taules :

Tram	Cabal m^3 / h	ϕ [mm]	Longitud Tram [m]	Velocitat [m/s]	Re	f
A-B	2,625	51	8	0,357	267,7	0,239
B-C	1,995	51	1	0,271	203,4	0,314
C-D	1,47	51	7	0,199	149,9	0,426
D-E	0,735	51	5	0,099	74,9	0,853
E-2	0,735	51	6	0,099	74,9	0,853
2-D'	0,735	51	5	0,099	74,9	0,853
D'-C'	1,47	51	4	0,199	149,9	0,426
C'-B'	1,995	51	6	0,271	203,4	0,314
C-C'	0,525	51	8	0,071	53,5	1,195
D-D'	0,735	51	8	0,099	74,9	0,853
B'F	2,625	51	15	0,356	267,7	0,239
1-B'	0,63	51	8	0,085	64,2	0,996
B-1	0,63	51	8	0,085	64,2	0,996

Taula 2.249. Característiques hidràuliques de cada tram

Tram	Pèrdua Lineal [mm.c.a]	Pèrdua Colzes [mm.c.a]	Pèrdua derivacions "T" [mm.c.a]	Pèrdua vàlvules [mm.c.a]	Pèrdua captadors [mm.c.a]	Pèrdua total [mm.c.a]
A-B	243,8	121,8	0	24,4	0	390
B-C	23,1	0	81,1	0	0	104,2
C-D	119,4	34,12	59,7	0	0	213,22
D-E	42,6	25,6	29,8	0	0	98
E-2	51,2	0	0	3,4	210	264,6
2-D'	42,6	25,6	29,8	0	0	98
D'-C'	68,2	17,1	59,7	0	0	145
C'-B'	138,9	23,1	81,1	0	0	243,1
C-C'	48,7	6,1	0	2,4	150	207,2
D-D'	68,2	0	0	3,4	210	281,6
B'F	457,1	152,3	0	24,4	0	633,8
1-B'	58,5	0	0	2,9	180	241,4
B-1	58,5	14,6	0	0	0	73,1

Taula 2.250. Pèrdues de càrrega de cada tram

La pèrdua de càrrega total que haurà de superar el grup de bombeig serà la del recorregut més desfavorable (amb més pèrdua de càrrega). Tal i com mostra el plànol nº 12, el recorregut més desfavorable està format pels trams:

A-B / B-C / C-D / D-E / E-2 / 2-D' / D'-C' / C'-B' / B'-F

Sumant les pèrdues de càrrega dels trams obtinguts en la (taula 2,250) , s'obté la pèrdua de càrrega total del circuit primari que haurà de vèncer el grup de bombeig :

$$\Delta P = 2,19 \text{ m.c.a}$$

2.3.10.3 Equilibrat hidràulic.

En tot circuit on existeixen ramificacions s'ha de realitzar un equilibrat hidràulic per a que per cada ramificació circuli el cabal de fluid calculat.

S'instal·larà una vàlvula de regulació de caudal del tipus STAF-SG (figura.2.27) en cada bateria de captadors amb l'objectiu de regular el caudal que entrarà en cada fila de plaques solars.

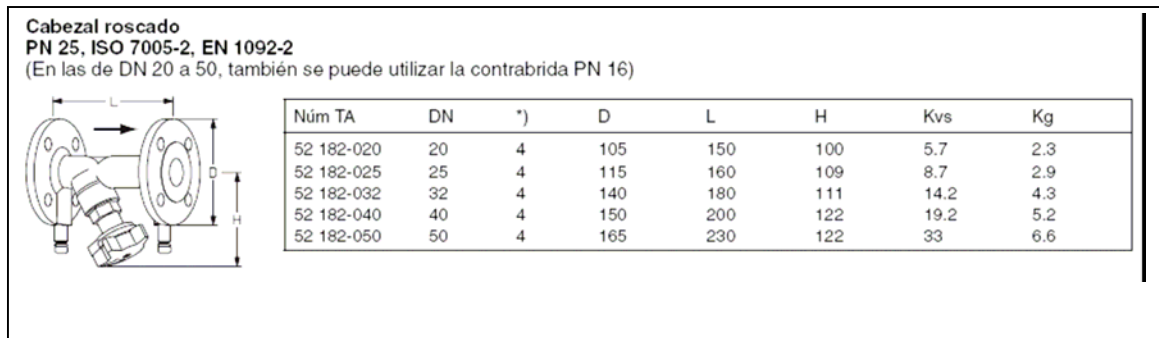


Figura 2.27. Vàlvula d'equilibrat hidràulic.

2.3.11 Grup de pressió.

El grup de bombeig haurà d'impulsar un cabal total de $2625 \text{ l/h} = 0,73 \text{ l/s}$. Haurà de superar les pèrdues de càrrega generades en el recorregut més desfavorable del circuit primari. Per una major seguretat s'incrementen les pèrdues de càrrega un 10%.
 $\Delta P = 2,19 \cdot 1,1 = 2,41 \text{ m.c.a}$

El grup de pressió AGS2 (Junkers) satisfà les condicions anteriors de cabal i pressió tal i com es pot apreciar en la seva corba característica:

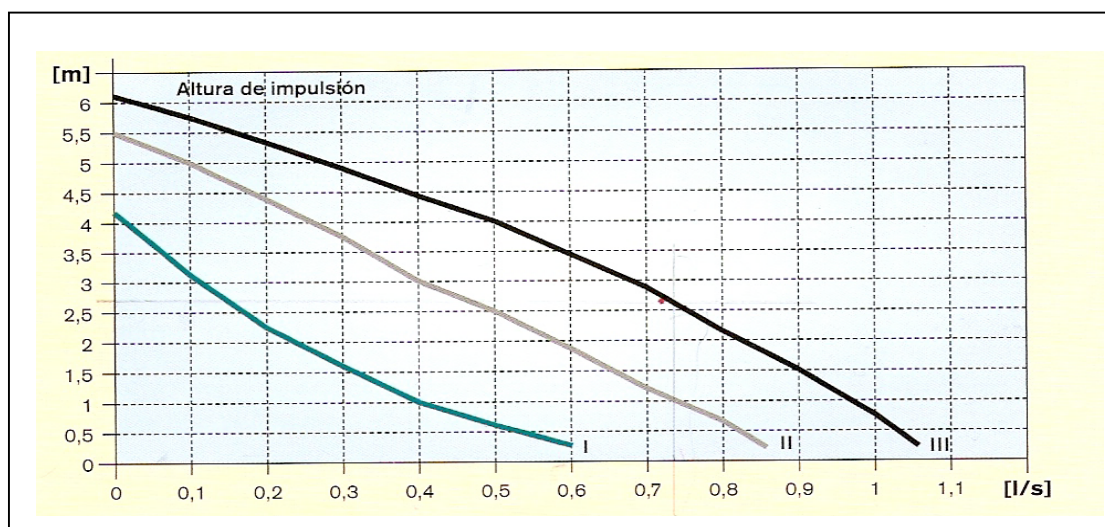


Figura 2.28. corba característica del grup de pressió

2.4 Càlculs justificatius de la instal·lació solar tèrmica per la producció d'aigua calenta sanitària.

2.4.1 Demanda d'aigua calenta sanitària.

La demanda d'aigua calenta sanitària a 60°C es determina en funció de les persones que utilitzaran les instal·lacions i de l'ús que es doni a l'edificació. Es preveu un consum per a un màxim de 45 persones. L'ús de l'edificació és administratiu, i segons la taula 3.1 del DB-HE4 el consum per persona i dia és de 3 litres. Amb aquestes condicions la demanda d'aigua calenta sanitària serà de 135 litres cada dia.

2.4.2 Superfície de captació i volum d'acumulació.

Per aconseguir uns paràmetres òptims de disseny s'han de complir les següents relacions.

1) Segons l'apartat 3.3.3. del DB-HE4 del CTE.

$$50 \leq \frac{V}{A} \leq 180$$

On:

- V: volum del dipòsit acumulador [litres].
- A: superfície de captació [m^2].

Donat que el volum d'acumulació útil és de 187 litres i la superfície de captació és de 2,1 m^2 es compleix la relació anterior: $50 \leq 89,04 \leq 180$.

2) Segons el RITE (ITE 10.1.3.2)

$$1,25 \leq 100 \cdot A / M \leq 2$$

On:

- A: superfície de captació [m^2].
- M: consum diari [litres/dia].

Donat que el consum diari és de 135 litres/dia, i la superfície de captació és de $2,1 \text{ m}^2$ es compleix la relació anterior: $1,25 \leq 1,55 \leq 2$.

2.4.3 Pèrdues per inclinació.

En funció de la inclinació i orientació dels captadors solars es poden generar pèrdues que s'han de tenir presents. Es diferencien dos angles característics que ens defineixen la inclinació i la orientació del captador:

- Angle d'inclinació [β]: Angle que forma el captador amb la superfície horitzontal (veure figura 2.18).
- Angle azimuth [α]: Angle entre la projecció sobre el pla horitzontal de la normal a la superfície del captador i el meridià del lloc. Si el captador està orientat el sud l'azimut és zero. (veure figura 2.18)

En la figura 2.19 s'especifiquen les pèrdues en funció de l'azimut i de l'angle d'inclinació. En el cas de l'equip compacte per termosifó l'angle azimuth pren el valor zero donat que els captadors estan orientats al sud. L'angle d'inclinació és de 45° . Introduint aquest valors en la figura 2.19 s'obtenen unes pèrdues entre 0 i 0,5%

2.4.4 Pèrdues per ombres.

Donat que l'emplaçament de la nau es troba en un lloc on no hi ha cap edificació ni cap obstacle natural al voltant capaç d'originar ombres sobre els captadors, es consideren pràcticament nul·les les pèrdues per ombra. Tot i així es consideren unes pèrdues genèriques del 5% generades per la inclinació, orientació i possibles ombres, no superant les establertes pel CTE.

Tabla 2.4 Pérdidas límite Orientación e inclinación			
Caso		Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Taula 2.251. pèrdues màximes per orientació, inclinació i ombres.

2.4.5 Cobertura solar.

Els càlculs solars es realitzen de la mateixa forma que els realitzats en la instal·lació solar tèrmica per calefacció. En aquest cas, però, la inclinació del captador serà de 45 graus.

En la següent taula es mostra l'energia mensual rebuda pel captador del sistema compacte per termosifó.

L'energia útil produïda pel captador es mostra en la següent taula:

	[KJ/mes i captador]
GENER	374869,1086
FEBRER	638517,9626
MARÇ	733124,7946
ABRIL	730905,0019
MAIG	784485,059
JUNY	820936,4992
JULIOL	904256,0202
AGOST	868565,3682
SETEMBRE	766945,9923
OCTUBRE	671359,5133
NOVEMBRE	363257,8849
DESEMBRE	230543,4783
ANUAL	7887766

Taula 2.251. Energia útil mensual

L'energia necessària anual per escalfar la demanda d'aigua calenta sanitària fins a 60°C. dependrà de la temperatura de l'aigua de xarxa i del consum establert, segons l'expressió següent:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T \quad (2.67)$$

On:

- Q: Energia mensual requerida [J].
- m: Massa mensual d'aigua calenta a 60°C consumida [Kg].
- C_e : calor específica de l'aigua a 60°C: (4186 [J/kg °C]).
- ΔT : salt tèrmic entre la temperatura de l'aigua de xarxa i la de consum [°C].

Mes de l'any	Dies del mes	Consum diari [litres/dia]	Consum mensual [kg/mes]	Temp. Aigua xarxa [°C]	Energia [Kj]
GENER	31	135	4185	5	963512
FEBRER	28	135	3780	6	854446
MARÇ	31	135	4185	8	910957
ABRIL	30	135	4050	10	847665
MAIG	31	135	4185	11	858402
JUNY	30	135	4050	12	813758
JULIOL	31	135	4185	13	823365
AGOST	31	135	4185	12	840883
SETEMBRE	30	135	4050	11	830711
OCTUBRE	31	135	4185	10	875920
NOVEMBRE	30	135	4050	8	881571
DECEMBRE	31	135	4185	5	963512

Taula 2.252. Energia mensual necessària per la producció d'aigua calenta sanitària

Sumant les energies mensuals obtenim l'energia anual: **10.464.707 Kj.**

La cobertura anual solar amb un captador s'obté dividint l'energia anual aportada pel captador entre l'energia anual requerida per la producció d'aigua calenta sanitària.

$$C = \left(\frac{E_{s,a}}{D_{e,a}} \right) \cdot 100 \quad (2.68)$$

On:

- C : Cobertura solar anual [%].
- $E_{s,a}$:Energia anual útil produïda pel captador solar.[kJ].
- $D_{e,a}$:Demanda energètica anual [kJ].

La cobertura solar per l'equip compacte per termosifó descrit és del **75%**.

3 Plec de condicions

3.1. Normativa per les instal·lacions de climatització.

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por R.D. 1751/1.998 de 31 de Julio, e Instrucciones Técnicas Complementarias, publicado el 5 de Agosto de 1.998.
- Relación de Normas UNE de referència esmentades en el
- Código Técnico de la Edificación (CTE) publicado en Marzo de 2006 especialmente su Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE.
- Normas Técnicas de Edificación NTE-ICR aprobadas por el Ministerio de la Vivienda, según Orden de 16-5-75.
- Decret de la generalitat de catalunya 21/2006, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i de ecoeficiència en els edificis.

3.2. Normativa per les instal·lacions solars tèrmiques.

- Codi Tècnic de l'Edificació – Document Bàsic HE Estalvi d'energia.
- Codi Tècnic de l'Edificació – Document Bàsic Seguretat Estructural.
- Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) i
- Instrucciones Técnicas Complementarias.
- UNE 100030 IN: Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Normes UNE-EN: Sistemas solares tèrmicos i components.
- Reial Decret Legislatiu 1.302/1986 del 28 de Juny, sobre avaluació del impacte ambiental. (BOE 30-6-86).
- Reial Decret del 30 de setembre de 1998. Reglament per l'execució del Reial

3.3. Manteniment i posta en marxa .

En aquest apartat s'indiquen les proves finals de recepció de la instal·lació i les operacions bàsiques de manteniment a efectuar en els diferents elements de l'equip, sense oblidar altres operacions que puguin ser convenientes tenint en compte les característiques específiques de disseny i construcció. Les recomanacions del fabricant dels col·lectors solars que s'utilitzaran en el present projecte, bàsicament són: una instal·lació en un lloc lliure d'ombres, amb la orientació i la inclinació indicades pel projectista i fixats sobre una superfície estable i sòlidament ancorada. Les unions del grup de captadors a les canonades del circuit primari deuran realitzar-se de forma que les dilatacions del material no hi produeixin esforços. Els captadors solars exposats al sol (plens o buits) poden arribar a temperatures elevades, per lo que caldrà prendre les precaucions necessàries per evitar cremades, especialment durant els treballs de muntatge de la instal·lació. Durant la posta en marxa de la instal·lació solar es prestarà especial atenció a l'emplenat del circuit primari, evitant la formació de bosses d'aire que podrien impedir la correcta circulació del fluid caloportador pels col·lectors.

3.4 Pla de vigilància

Cal comprovar el correcte funcionament i situació de les sondes de temperatura, de la sonda d'irradiació i dels manòmetres, assegurant que la mesura que proporcionen és fiable. Cada cert temps, és recomanable simular diferents estats de la instal·lació, “enganyant” la central de regulació, per comprovar la correcta seqüència i l'actuació dels diferents equips.

Les vàlvules de seguretat i el vas d'expansió són els equips que garantiran el bon funcionament de la instal·lació per les sobrepressions originades en altes temperatures. És recomanable verificar el seu estat i correcte funcionament, comprovant els nivells de pressió al circuit i a la cambra de gas del vas d'expansió. L'estat dels col·lectors solars es revisarà observant si han patit algun canvi o existeixen diferències entre ells. Convé observar, també, l'aparició de condensacions de corrosió o deformació de l'absorbidor, corrosió, deformació o aparició de fugues en les connexions, l'estat dels cargols i del material de les estructures. En cas necessari de manipulació dels tubs d'unió, caldrà fer-ho amb molta cura, evitant introduir-los massa. És molt recomanable netejar periòdicament els vidres dels col·lectors solars, acció que ajudarà a extreure'n el màxim rendiment. Per no tenir pèrdues de fluid en el circuit primari,

no hi ha d'haver cap via possible de fuga, de manera que, un cop la instal·lació està en funcionament, i sense l'existència d'aire en el circuit, els purgadors han de mantenir-se tancats. En cas de dubte, una prova de pressió determinarà si l'estanqueitat en el circuit és total. Mitjançant la comprovació visual de l'aïllament exterior de les canonades i dels dipòsits d'acumulació es pot detectar si ha existit alguna fuga, cosa que serà ratificada en cas d'existència d'humitats en l'aïllament exterior. Les vàlvules de regulació de cabal (vàlvules d'equilibrat), situades als retorn de les files de col·lectors, han d'estar en la posició adequada que garanteixi el cabal nominal del projecte, assegurant que queden bloquejades contra possibles manipulacions. Respecte al manteniment del fluid caloportador s'ha de saber que l'anticongelant té una doble funció: evitar la congelació de l'aigua a les canonades en el cas de baixes temperatures, i a més, mitjançant una sèrie d'additius, protegir el bon estat de les canonades i equips enfront les elevades temperatures. Per això requereix un perfecte estat, l'anticongelant, i que no es perdin o s'alterin les seves propietats. L'anticongelant s'altera perquè es contamina per l'aigua, pel desgast dels metalls, per l'aire i per la calor, que el degrada. El seguiment de l'estat de l'anticongelant s'ha de realitzar mesurant la densitat i el pH, comparant-lo amb el valor registrat en el moment d'emplenat inicial del circuit. Al document bàsic d'estalvi d'energia del CTE es determinen les operacions de manteniment preventiu que cal realitzar en les instal·lacions d'energia solar tèrmica, la periodicitat mínima establerta i observacions en relació amb les prevencions a controlar.

El manteniment correctiu es basa en les operacions de reparació, substitució i altres, que han de permetre mantenir el normal funcionament de la instal·lació dins dels límits establerts pel fabricant. Aquestes operacions es faran amb prioritat i en el menor temps possible, anotant la fallada, la posterior solució adoptada i la persona que la realitza. Algunes de les fallades més comuns:

- Fallada en l'estanqueitat del circuit primari.
- Humitat o condensacions dins dels col·lectors.
- Mal funcionament dels elements electromecànics.
- Baixa producció del sistema.
- Aparició d'oxidacions.

3.5 Seguretat

Per evitar les cremades que pot ocasionar el fet de treballar a temperatures elevades, la instal·lació s'haurà d'aïllar degudament per evitar contactes amb superfícies calentes. Si aquest aïllament no és possible, s'assenyalarà la zona amb per tal que la persona que manipuli la instal·lació tingui present el risc al que està exposat. Per la manipulació d'elements connectats amb la corrent elèctrica, primer s'haurà de tallar l'alimentació de l'element i assegurar-nos de que no pugui ser connectada accidentalment. S'haurà d'aïllar correctament tots els possibles borns o elements elèctrics que puguin ocasionar contacte amb alguna persona o amb algun element pròxim. La col·locació de l'estructura de suport i dels col·lectors solars (a la coberta del edifici) es realitzaran amb les mesures de seguretat necessàries per evitar possibles caigudes de l'operari o d'algun element físic que pugui ocasionar danys personals a tercers. Els treballs realitzats durant la instal·lació i la posta en funcionament de l'equip solar, haurà de ser realitzada per personal qualificat, responsable de prendre les mesures de precaució corresponents per minimitzar riscos i situacions de perill. En cas de trencament del vidre d'algun col·lector, el més recomanable serà baixar tot el col·lector al terra per evitar manipular vidres trencats al sostre de la casa, sobretot en condicions climatològiques desfavorables, com vent, pluja,... Cal parar especial atenció en no ingerir ni vessar productes químics o inhibidors de la corrosió, com la solució anticongelant. Els envasos d'aquests productes aniran degudament etiquetats per preveure'n un mal ús.

En cas de que algú pugui tenir contacte directe amb aquests productes s'esposen una sèrie de recomanacions que cal tenir en compte: Mesures de primers auxilis:

Ulls: pot causar irritació. Cal aclarir amb abundant aigua durant, al menys, 15 minuts, movent amb freqüència les parpelles. Si la irritació augmenta, cal acudir a un metge.

Pell: pot causar irritació. Cal aclarir amb abundant aigua durant, al menys, 15 minuts, mentre es treu la roba i les sabates contaminades. S'ha d'acudir a un metge si la irritació augmenta i persisteix.

Ingestió: pot causar irritació gastrointestinal amb nàusees, vòmits i diarrea. S'ha de beure aigua en abundància. Si els símptomes persisteixen, cal acudir a un metge.

Inhalació: sense conseqüències. En cas de malestar, evitar l'exposició a la substància i ventilar amb aire fresc.

Mesures de transport:

Vessament accidental, fugues: absorbir el vessament amb un material inert (serradures, sorra o terra), i posteriorment dipositar-ho en el contenidor adequat.

Manipulació: rentar-se a consciència amb aigua i sabó després de la manipulació. Utilitzar amb ventilació adequada.

Emmagatzematge: guardar en un lloc fresc i sec. Utilitzar un recipient tancat hermèticament. El producte s'ha de conservar en el seu contenidor original i aquest ha d'estar degudament etiquetat. Protecció individual:

Ulls: cal dur ulleres de protecció adequades.

Pell: és necessari portar guants adequats per evitar el contacte amb la pell.

Roba: portar mudes de protecció adequades per prevenir l'exposició de la pell.

3.6 Prevenció de la legionel·la

La legionel·la és una bactèria, *Legionella Pneumophila*, que forma part de l'entorn aquàtic natural, essent capaç de sobreviure a condicions ambientals extremes: temperatures entre 5,7°C i 63°C; pH entre 5,5 i 8,1; oxigen dissolt entre 0,3 i 9,6 ppm i una conductivitat de 18-106 ms/cm. La via d'infecció per les persones és mitjançant la inhalació de la legionel·la fins als pulmons, i encara que per això no es necessiten grans concentracions d'aquesta, això només succeeix quan la bactèria es troba en unes condicions adequades per la seva reproducció a gran escala. La bactèria té un elevat creixement entre 20°C i 45°C, sent òptim entre 37°C i 41°C, i mor a temperatures superiors a 70°C. Per tant, els sistemes de preparació centralitzats d'ACS amb acumulació estan entre els de major risc. Encara que no en el present projecte no es tracta amb un d'aquests sistemes, sempre es necessària una certa prevenció per evitar que aquesta bactèria proliferi en els sistemes d'aigua calenta. Mesures de prevenció per la legionel·la: Per evitar riscos, segons normes UNE, la temperatura d'acumulació haurà de ser de com a mínim 55°C, sent més recomanada 60°C. El sistema d'escalfament haurà de poder arribar a temperatures de l'aigua de fins 70°C de forma periòdica, per a la seva pasteurització quan sigui necessari. La temperatura de l'aigua de distribució no podrà ser inferior a 50°C, en el punt més llunyà del circuit o a la canonada de retorn a l'entrada del dipòsit. Aquesta temperatura és un compromís entre la necessitat d'oferir un nivell de temperatura acceptable

per a l'usuari, per prevenir el risc de cremades, i la necessitat d'aconseguir la temperatura necessària per reduir la multiplicació bacteriana. Cal netejar i desinfectar un cop l'any la instal·lació, i a més, abans de la posta en marxa inicial i després d'una parada llarga, o quan en una revisió rutinària es consideri necessari per indicis d'algun brot. La desinfecció tèrmica es farà elevat la temperatura de l'aigua de tot el circuit fins 70°C o més, inclosos els dipòsits d'acumulació, xarxa de canonades i el punt més allunyat de subministrament, i mantenir-lo en aquestes condicions durant un mínim de dos hores. Per això, s'haurà de deixar córrer eventualment l'aigua de les aixetes fins aconseguir que durant 5 minuts surti d'elles l'aigua a la màxima temperatura (Norma UNE 100.030-2001.IN).

3.7 . Medi ambient

El propilenglicol és una substància de caràcter innocu pel medi ambient, que no suposa cap perill per a la salut de les persones ni d'altres éssers vius i que es biodegrada en 30 dies. No obstant, caldrà evitar-ne vessaments incontrolats i en cas de fuga s'haurà de solucionar immediatament l'anomalia, aturant el funcionament de la instal·lació solar. En cap cas s'abocarà cap tipus de fluid amb una temperatura superior als 95°C, temperatura a la que està calibrada la vàlvula de buidat del dipòsit acumulador. Un fluid a aquesta temperatura en quantitats controlades no suposa cap perill, tenint en compte que tan sols es preveu la possibilitat d'arribar a la temperatura de buidat durant els mesos de juliol i d'agost. El fet d'utilitzar energia solar per escalfar aigua, evita que s'utilitzi una altra forma d'energia contaminant, i de la mateixa manera s'evita indirectament la dissipació del diòxid de carboni (CO₂) que s'expulsaria a l'atmosfera, cosa que ens fa col·laborar amb el Protocol de Kyoto, representant una petita millora a escala global, però sent un gran pas per una situació energètica més sostinguda que l'actual, on el us d'energies renovables sigui més elevat, reduint així les dosis de gasos d'efecte hivernacle cap a l'atmosfera, i contribuint a la millora del medi ambient.

3.8. Manteniment de les bombes de circulació.

La bomba no s'ha d'instal·lar abans d'haver finalitzat els treballs de soldadura i neteja de les canonades. S'ha d'instal·lar en un lloc de fàcil accés, sense que hi hagi tensió, amb el motor en posició horitzontal i tenint en compte la fletxa situada en la carcassa que indica la direcció del fluid. La connexió elèctrica l'ha de realitzar un electricista qualificat. S'ha d'introduir la mescla llesta per al seu ús, no utilitzar la bomba per fer la mescla. La cambra del rotor es purga automàticament després d'un breu període de funcionament. Un breu període de funcionament en sec no malmet la bomba. S'ha de connectar la bomba breument per comprovar si el sentit de gir coincideix amb el de la fletxa de la carcassa de la bomba. Si no coincideix cal procedir de la següent forma:

En cas d'arranc directe _ cal intercanviar les fases en el taulell dels borns del motor.

En cas d'arranc estrella-triangle _ cal intercanviar en el taulell dels borns del motor els principi i final de dos bobines.

Un cop connectada, cal comprovar mitjançant les lectures del manòmetres que la pressió s'adequa als valors establerts a la memòria del projecte. El tancament mecànic no requereix cap mena de manteniment. Durant la fase de rodatge pot gotejar lleugerament. No obstant, cal supervisar-la de tant en tant per comprovar que no existeixi cap fuga d'importància. En el cas de que s'hagi de canviar, s'haurà de reemplaçar en la seva totalitat. En cas de buidat parcial o total de la instal·lació, cal buidar completament la bomba per evitar fenòmens de bloqueig. Cal tenir cura de no malmetre la junta del cos de la bomba al realitzar les operacions de manteniment.

3.9 Manteniment dels dipòsits d'acumulació

S'ha de comprovar periòdicament el bon funcionament de la vàlvula de seguretat. Aquesta operació pot ser realitzada per l'usuari instruït per l'instal·lador. En cas de gelades, es imprescindible buidar el dipòsit. Un cop a l'any s'ha de revisar tota la instal·lació per l'instal·lador, comprovant-ne el funcionament, netejant l'interior de l'aparell.

3.10 Manteniment del vas d'expansió.

La funció d'un vas d'expansió es mantenir en el punt més alt del circuit una pressió major que l'atmosfèrica per evitar l'entrada eventual d'aire al circuit a través de les juntes o unions. Si la instal·lació està dotada d'un vas d'expansió tancat, s'ha de comprovar (a bomba parada) que la pressió mínima, (temperatura més baixa), sigui igual almenys a l'alçada del punt més alt de la instal·lació més un marge de sobrepressió de l'ordre de 2 metres de columna d'aigua, a fi d'evitar que qualsevol punt del circuit pugui quedar a pressió menor que l'atmosfèrica. S'ha de comprovar també, que quan la temperatura de l'aigua és la més alta possible, la pressió màxima a la que s'arriba és inferior a la màxima pressió de funcionament de l'element o equip que la tingui més baixa en tota la instal·lació, i que a la vegada és inferior a la pressió de tara de la vàlvula de seguretat. De no complir-se aquest requisit el volum del vas és petit, i s'ha de substituir per un altre més gran o col·locar-n'hi un altre en paral·lel amb l'existent. El vas d'expansió obert s'haurà d'instal·lar a una cota geomètrica de l'ordre de 2 metres superior a la del punt més alt del circuit. Si el vas és de volum reduït, quan l'aigua es dilati per efecte de la temperatura es perdrà a través del rebossat. Al refredar-se es produirà una reposició d'aigua d'identica quantitat a la pèrdua, amb el consegüent perill de corrosió e incrustacions.

3.11. Manteniment de les canonades

Les canonades tenen la missió d'establir una xarxa que permeti la circulació del fluidcaloportador des de la central de producció de fred o calor fins les unitats terminals i el seu retorn cedida o absorbida la quantitat de calor precisa. Els materials més utilitzats són acer negre, acer galvanitzat, coure, PVC, plàstics especials (polietilè, etc.). El bon funcionament d'una xarxa de canonades pot ser afectat pels següents factors:

Corrosió

Representa el major problema de manteniment d'una xarxa de canonades quan aquestes són construïdes amb materials metàl·lics. La corrosió interior està motivada fonamentalment per l'oxigen dissolt a l'aigua. Lògicament en circuits tancats hermèticament la corrosió s'elimina consumir-se l'oxigen present en l'aigua, però, en circuits oberts, la corrosió continua amb l'aportació continua d'oxigen, fins arribar a la perforació de la canonades. Tot i això, en circuits d'aigua refrigerada o calenta no es presenten grans problemes usuls de corrosió. Les canonades enterrades, estan exposades a la corrosió, en especial en terrenys humits i de

naturalesa àcida, per lo que han d'estar aïllades del terreny per mitjà de suports o enfundades amb una coberta estanca a l'aigua. En ambdós casos, és preceptiu que la galeria per on passi la canonada estigui convenientment drenada.

Incrustacions

Si les pèrdues d'aigua en una instal·lació són importants i l'aigua de reposició conté en gran quantitat sals de calci i magnesi, es produeixen a les canonades i altres elements del circuit, en particular en els llocs en que existeix calentament del fluid, incrustacions que van obstruint-los poc a poc. Per eliminar els efectes nocius provocats, el més eficaç és actuar sobre la causa que fa necessària la introducció d'aigua de reposició. En circuits oberts, com el d'aigua sanitària, on no es pot evitar l'entrada d'aigua de reposició, per evitar les incrustacions és convenient tractar l'aigua, abans de la seva introducció al circuit. Si per falta de tractament d'aigua o un inadequat manteniment es produeixen incrustacions en un circuit, poden ser eliminades mitjançant mètodes mecànics o químics. Els primer poden realitzar-se només en aquelles parts de la instal·lació que puguin ser accessibles, realitzant-se normalment la neteja mitjançant escombretes d'acer, ja sigui de forma natural o automàtica. En moltes ocasions, la neteja interior d'una xarxa de canonades es realitza mitjançant una solució àcida conjuntament amb substàncies inhibidores, que es bombegen a través del circuit amb característiques controlades de concentració, temperatura, temps de permanència, etc. A continuació s'elimina la solució àcida del circuit, introduint-se posteriorment un neutralitzant i acabant l'operació amb un neteja d'aigua neta. Una altra manera per tractar les incrustacions i evitar la seva formació és l'anomenat tractament magnètic, consistent en la inserció al circuit d'un tram de canonades de longitud variable previst d'un iman permanent o un electroimant, que produeix un camp magnètic que modifica l'estructura molecular de les sals dissoltes, dipositant en forma de bosses fàcilment eliminables a les zones de menor velocitat de l'aigua. Les incrustacions, apart de reduir la secció lliure de pas de les canonades i elements dels circuits, produeixen un efecte d'aïllament tèrmic que redueix l'intercanvi tèrmic tant de generadors com d'unitats terminals, que en determinades ocasions pot donar lloc a la destrucció de l'equip per sobrecalentament, com és el cas de calderes. Es tradueixen sempre en un major consum energètic i una disminució de la calor útil transferida, a més d'una disminució de la vida útil de la instal·lació.

Cops d'ariet

Aquest fenomen es presenta sovint en instal·lacions d'aigua sanitària, i té lloc quan un corrent líquid canvia bruscament de velocitat. Si el fenomen es produeix a causa del tancament ràpid d'una vàlvula, cal col·locar un limitador de la velocitat de tancament o instal·lar-se cambres d'aire per absorbir les sobrepressions produïdes a la xarxa.

Estanquitat

Una xarxa de canonades ha de ser estanca al llarg de la seva vida útil, a fi de reduir el consum d'aigua i el cost del corresponent tractament a l'aigua de reposició. És fonamental la unió de canonades i elements de la xarxa, que pugui realitzar-se mitjançant unions roscades o brides. El primer cas, que s'utilitza usualment per diàmetres de fins 40 mm, si aquestes unions no estan perfectament executades poden donar lloc a pèrdues molt importants de fluid. La unió per brides està constituïda per dos brides, la corresponent junta i els cargols de subjecció i tancament. Les dos brides han d'estar construïdes sota les especificacions d'una mateixa norma i dimensionar-se per la màxima pressió de treball del sistema. Les juntes per la seva part poden ser de goma o de mescles amb amiant (en el camp de la climatització). Les primeres poden suportar temperatures de l'ordre de 120°C i les segones de fins 400°C. Un punt important és la pressió que s'ha d'exercir sobre la junta, ja que d'ella depèn realment l'estanquitat del sistema. A les juntes de goma s'ha d'arribar, almenys, pressions de 275 bars i de 800 bars per les d'amiant.

Suports i dilatacions

Com s'ha comentat anteriorment, una xarxa de canonades ha d'estar correctament suportada i ser lliure de dilatar-se o contraure's amb les variacions de temperatura. Cal assenyalar que molts dels sorolls que es produeixen en una xarxa de canonada, són produïdes per la dilatació, quan no pot tenir lloc lliurement. Els punts fixes han d'estar ancorats fortament a l'estructura de l'edifici, instal·lant-se entre cada dos punts fixes un element que permeti la dilatació o contracció de la canonades, espaïant-se els suports de manera que no es superi el valor de 0,2% de la fletxa de la canonada. La lliure dilatació de la canonada entre dos punts fixes, pot aconseguir-se mitjançant la col·locació de rodets entre canonada i suports intermedis, o bé fent flexibles aquests últims mitjançant molles. És evident que les canonada han d'estar dotades de suports a cada costat dels elements de gran pes que poden anar intercalats a la

xarxa. Una altra font de soroll a les canonades pot ser la presència de bosses d'aire al circuit, que podem resoldre mitjançant la col·locació de purgadors als punts alts de la xarxa. El soroll provocat per un excés de velocitat del fluid a la instal·lació, pot resoldre's únicament augmentant el calibre de les canonades. Caldrà col·locar suports a les canonades de plàstic, ja que la dilatació d'aquest tipus de material és molt superior a la de les canonades d'acer, a iguals de condicions.

Aïllament tèrmic.

L'aïllament tèrmic de canonades i equips s'ha de mantenir sempre en condicions òptimes ja que es fonamental per l'estalvi d'energia. Un bon aïllament ha de posseir les següents condicions:

Espessor i característiques adequades a les temperatures de treball.

Resistir els esforços mecànics normals.

Estar fermament units a la superfície recoberta per aïllament.

Unions ajustades i sobreposades si és de varies capes.

Estar protegit exteriorment de sol·licitacions mecàniques anòmales.

Protecció exterior contra la penetració d'aigua.

Estar protegit amb una barrera antivapor quan el fluid està a temperatures inferiors a l'ambient.

Un bon manteniment consisteix fonamentalment a la correcció immediata dels defectes que poden alterar les característiques anteriorment anomenades, així com en aïllar tots aquells elements de la instal·lació que no ho estiguin, sent convenient que aquests aïllaments siguin desmuntables a fi de poder procedir a una eventual reparació sense necessitat de danyar irreparablement l'aïllament.

3.12. Manteniment de les vàlvules

El manteniment dels diferents tipus de vàlvules és molt senzill, i consisteix en les següents operacions bàsiques:

Lubricar la rosca del cargol.

Canviar l'empaquetadura.

Canviar la junta del seient.

Esmerilar l'obturador sobre el seient.

Normalment aquestes operacions poden realitzar-se sense la necessitat de desmuntar el cos de la vàlvula de la canonada.

3.13. Manteniment de la caldera

Respecte a la posta en marxa i manteniment de la caldera, les operacions corresponents es faran seguint instruccions del fabricant i instal·lador. Abans de fer funcionar la caldera, caldrà assegurar-se de que la clau de pas de gas estigui oberta així com les claus de manteniment i d'aigua freda. La pressió de l'aigua de calefacció haurà de estar entre 1 i 2 bars, de tal manera que si excedís els 3 bars a la temperatura de calefacció màxima, la vàlvula de seguretat s'activaria. Si la pressió és menor de 1 bar, caldrà reomplir d'aigua fins superar aquesta pressió. La regulació de la calefacció es farà a través del termòstat ambient, situat dins la casa. L'usuari ha d'efectuar un manteniment i control periòdic de l'aparell, a més de ser el responsable de la seguretat i compatibilitat amb el medi ambient de la instal·lació. Com a mínim, l'aparell ha de rebre un manteniment per personal qualificat una vegada a l'any.

3.14. Protecció contra el gel i la falta de circulació d'aigua.

Per aconseguir evitar la formació de gel al circuit, motivat per les condicions climatològiques externes, les solucions més comuns són:

1. Buidar l'aigua de la instal·lació.
2. Introduir substàncies anticongelants per augmentar el punt de solidificació de la mescla fins temperatures extremes no assolides normalment per l'ambient.
3. Escalfar l'entorn de l'equip o canonada a temperatura superior a la de congelació del fluid caloportador.

La primera solució no garanteix un drenatge complet, donat que les canonades són normalment llargues i de petit diàmetre, i no poden dissenyar-se les bateries amb pendent fins a un punt de buidat, per lo que només pot aconseguir-se, en moltes ocasions, el buidat complet amb la injecció d'aire comprimit. En la segona solució cal tenir molt present que la seva introducció al circuit redueix el coeficient de transmissió de calor i augmentar la potència absorbida per la bomba. L'última solució representa un desaprofitament energètic important.

En el cas de canonades es pot utilitzar una resistència elèctrica, tipus cable o cinta enrotllada sobre la canonada i sota l'aïllament. S'ha de considerar que els dispositius de protecció contra el gel són l'última protecció de l'equip, per lo que aquest no ha d'estar mai forçat a funcionar quan s'ha disparat el dispositiu de seguretat. En qualsevol cas, els dispositius de seguretat s'han de reactivar manualment i abans de ficar en funcionament la instal·lació cal esbrinar i corregir la causa que va motivar l'accionament de la protecció. Els punts d'una instal·lació als que s'ha de prestar atenció especial degut al problema de deformació de gel són:

Bateries sobre les que pot circular aire a temperatures inferiors a 0° C.

Canonades situades en espais no calefactats o al exterior.

Vasos d'expansió instal·lats a la coberta de l'edifici.

S'ha de fer notar que l'aïllament tèrmic solament serveix per retardar la formació de gel, en un temps que depèn evidentment de l'espessor de l'aïllament i de les temperatures exteriors. En climes benignes pot arribar a ser una protecció eficaç.

3.15 . Regulació i control.

Donada la variació substancial que presenten els sistemes de control, no és possible donar indicacions específiques per el manteniment d'aquestes instal·lacions, per això s'inclouen a continuació normes de caràcter general. És bo recordar en tot moment la gran importància que els sistemes de regulació i control tenen en el correcte funcionament de les instal·lacions amb l'estalvi energètic. Una primera comprovació que cal realitzar periòdicament és l'arribada del fluid d'alimentació en condicions correctes al sistema. S'hauran de netejar periòdicament les sondes i els reguladors, ja que la brutícia pot alterar les mesures del fenomen a controlar així com el funcionament dels òrgans reguladors. S'haurà de comprovar usualment el correcte funcionament dels sistemes de control, actuant sobre l'element sensor o sobre el regulador i comprovant que l'actuador es mogui en el sentit correcte i entre les seves posicions extremes, i en els elements sobre els que es realitza la funció de l'actuador, vàlvules i comportes, comprovar-ne l'estanqueïtat. Cal prestar especial atenció als aparells d'alarma i seguretat, ja que del seu bon funcionament depèn la integritat dels elements de la instal·lació i, en determinades ocasions, el propi mantenidor ha de comprovar que el punt d'acció del

corresponent element es mantingui al valor fixat i que l'actuació de l'òrgan controlat sigui la correcta.

3.16 . Fulles d'especificacions.

- Full 1: Captador solar.
- Full 2: Grup de pressió solar.
- Full 3: Centraleta de control solar.
- Full 4: Caldera de recolzament per la producció d'acs.
- Full 5: Vas d'expansió solar.
- Full 6: Vàlvula de regulació de cabal.
- Full 7: Vàlvula de tall de bola.
- Full 8: Purgador.
- Full 9: Canonades de coure.
- Full 10: Coquilla aïllant.
- Full 11: Sistema compacte per termosifó.
- Full 12: Unitats de climatització.
- Full 13: Unitats de climatització.
- Full 14: Panells de llana de vidre.
- Full 15: Difusor circular d'impulsió.
- Full 16: Reixeta de retorn.
- Full 17: Conducció circular helicoidal.
- Full 18: Regulador de cabal.
- Full 19: Extractor.
- Full 20: Grups de pressió del terra radiant.
- Full 21: Vàlvula motoritzada de tres vies.
- Full 22: Vàlvula de seguretat.
- Full 23: Filtre.
- Full 24: Vàlvula de retenció.
- Full 25: Manòmetre.
- Full 26: Centraleta de regulació del terra radiant.
- Full 27: Sonda de temperatura ambient.
- Full 28: Capçal electrònic.
- Full 29: Canonada radiant.
- Full 30: Col·lector de distribució dels circuits radiants.
- Full 31: Caldera de baixa temperatura.

4.1 Amidaments i pressupost de la instal·lació de calefacció.

4.1.1 Instal·lació de sòl radiant per aigua.

Descripció	Unitats	Preu/unitat [€]	Preu total[€]
Metres lineals de canonada radiant de polibutilé DP 4135 (DIN 16968) de 16 x 2 mm. de diàmetre. Totalment col·locat i instal·lat.	3383	4,17	14107,11
Metres quadrats de plaques d'aïllament EPS 45 de 40 mm de gruix. Totalment col·locat i instal·lat.	690	6,55	4519,5
Metres quadrats de poliuretà dur (PUR) de 53 mm. de gruix col·locada en les sales de planta baixa. Totalment col·locat i instal·lat.	340	17,17	5837,8
Col·lectors de distribució aquatherm per a 2 circuits amb detentors. Totalment col·locat i instal·lat.	5	445,98	2229,9
Col·lectors de distribució aquatherm per a 3 circuits amb detentors. Totalment col·locat i instal·lat.	3	445,98	1337,94
Col·lectors de distribució aquatherm per a 5 circuits amb detentors. Totalment col·locat i instal·lat.	3	533,72	1601,16
Metres cúbics de morter de ciment .	40	94,02	3760,8
Hores de mà d'obra (oficial 1 ^a calefacció).	80	15,3	1224
Hores de mà d'obra (ajudant calefacció).	80	13,6	1088
Pressupost execució material			35706,21
Costos no definits			3%
Cost Total			36.777,39

4.1.2 Xarxa de canonades de distribució d'aigua i regulació del sòl radiant.

Descripció	Unitats	Preu/unitat [€]	Preu total[€]
Metre lineal de tub d'acer negre estirat tipus DIN 2440 de 1" , per a soldar, amb colzes, tes, i altres accessoris. Aïllat amb coquilla SH/Armafex de diàmetre nominal.	352	21,90	7708,8
Metre lineal de tub d'acer negre estirat tipus DIN 2440 de 2" , per a soldar, amb colzes, tes, i altres accessoris. Aïllat amb coquilla SH/Armafex de diàmetre nominal.	6	32,96	197,76
Bomba Roca PC 1025 per instal·lacions de calefacció amb pressió i temperatura màxima de 10 bar i 110°C. Motor rotor humit, coixinets de grafit, selector de tres velocitats, amb una potència absorbida de 88W. a una velocitat màx. de 2200 rpm. Totalment instal·lada i connectada.	11	201,57	2217,27
Vàlvula de tres vies mescladora SF 20 EB amb servomotor. Connexions 1". Totalment instal·lada i connectada.	11	45,65	502,15
Vàlvula de tall de bola ROCA amb connexió 1"	30	14,19	425,7
Vàlvula de tall de bola ROCA amb connexió 3/4"	22	10,6	233,2
Purgador d'aire FLEXVENT (Roca) amb connexió 3/8"	1	8,2	8,2
Vàlvula de seguretat Roca . Connexió de 1"	11	7,3	80,3
Vas d'expansió de 200 litres CMF-200	1	250	250
Filtre de partícules sòlides. Connexió de 1"	11	12,88	141,68

Vàlvula de retenció Roca. Connexió 1"	11	9,81	107,91
Manòmetre diferencial IM 30 503.	11	7,85	86,35
Caldera de gas en acer inoxidable de baixa temperatura ADINOX BT-100	1	4.700	4700
Centraleta de regulació digital RVA-1 (Roth) pel control del terra radiant. Formada per quadre de control base per la seva connexió i muntatge en la paret, sonda exterior i sonda impulsió.	9	350	3150
Sonda de temperatura ambient RVA (Roth). Permet control de la temperatura ambient a través de la central RVA-1.	9	110	990
Capçal electrotèrmic (Roth) pel control independent dels circuits d'un col·lector de distribució.	6	75	450
Hores de mà d'obra (oficial 1ª calef.)	30	15,3	459
Hores de mà d'obra (ajudant calef.)	30	13,6	408
Pressupost execució material			22116,32
Costos no definits			3%
Cost Total			22779,81

4.2 Amidaments i pressupost de la instal·lació de refrigeració i ventilació.

Descripció	Unitats	Preu/unitat [€]	Preu total[€]
Equip de climatització format per una unitat interior PEAD-RP6EA i una unitat exterior PUHZ-RP6VHA, amb una potència frigorífica i calorífica de 14 kW i 16 kW respectivament.	3	4.800	14400
Equip de climatització format per una unitat interior PEAD-RP5EA, i una unitat exterior PUHZ-RP5VHA, amb una potència frigorífica i calorífica de 12,5 kW i 14 kW respectivament.	3	4.118	12354
Conductes frigorífics fase líquid de coure (3/8") aïllats amb coquilla de 30 mm. d'espessor.	54	7,5	405
Conductes frigorífics fase gas de coure (3/4") aïllats amb coquilla de 30 mm. d'espessor.	54	9,2	496,8
Metres quadrats de panell de llana de vidre del tipus Climaver Plus-R, d'elevada densitat i revestits per les dues cares amb alumini.	187,2	29,69	5557,968
Difusor circular d'impulsió d'aire TROX ADLR-T2 format per cons concèntrics.	1	40,24	40,24
Difusor circular d'impulsió d'aire TROX ADLR-T3 format per cons concèntrics.	1	50,77	50,77
Difusor circular d'impulsió d'aire TROX ADLR-T4 format per cons concèntrics.	2	57,5	115

Difusor circular d'impulsió d'aire TROX ADLR-T6 format per cons concèntriques	10	61,02	610,2
Difusor circular d'impulsió d'aire TROX ADLR-T7 format per cons concèntriques	7	67,6	473,2
Difusor circular d'impulsió d'aire TROX ADLR-T8 format per cons concèntriques	4	71,6	286,4
Reixeta de retorn d'aleta fixa AIRFLOW de 300X150	2	31,5	63
Reixeta de retorn d'aleta fixa AIRFLOW de 600X300	13	36,98	480,74
Reixeta de retorn d'aleta fixa AIRFLOW de 600X200	4	40,5	162
Metres lineals de conducte circular helicoïdal d'acer galvanitzat de 0,5 mm. d'espessor i 150 mm. de diàmetre	14	20,95	293,3
Metres lineals de conducte circular helicoïdal d'acer galvanitzat de 0,5 mm. d'espessor i 200 mm. de diàmetre	11	24,21	266,31
Metres lineals de conducte circular helicoïdal d'acer galvanitzat de 0,5 mm. d'espessor i 225 mm. de diàmetre	9	25,72	231,48
Metres lineals de conducte circular helicoïdal d'acer galvanitzat de 0,5 mm. d'espessor i 275 mm. de diàmetre	15	28,01	420,15
Metres lineals de conducte circular helicoïdal d'acer galvanitzat de 0,5 mm. d'espessor i 300 mm. de	10	29,92	299,2

diàmetre			
Extractor de baix perfil TD 1300/250 MIXVENT intercalats en conducte.	4	280,34	1121,36
Extractor de baix perfil TD 800/200 MIXVENT intercalats en conducte.	3	199,81	599,43
Extractor de baix perfil TD 350/125 MIXVENT intercalats en conducte.	2	119,86	239,72
Regulador de cabal d'aire RVC-250.	6	72,53	435,18
Regulador de cabal d'aire RVC-160.	2	67,73	135,46
Hores de mà d'obra (oficial 1ª de clima.).	40	15,60	624
Hores de mà d'obra (ajudant de clima.).	40	14,20	568
Pressupost execució material			40728,91
Costos no definits			3%
Cost Total			41.950,77

4.3 Amidaments i pressupost de la instal·lació solar tèrmica per calefacció.

Descripció	Unitats	Preu/unitat[€]	Preu total[€]
Captador solar pla FK-240S (Junkers), amb 2,1 metres quadrats de superfície útil i 4 connexions. Inclòs estructura de subjecció. Totalment connexionat	25	600	15000
Vàlvules de regulació de cabal STAF-SG	4	25,74	102,96
Vàlvula de tall de bola ROCA amb connexió 1"	10	14,19	141,9
Purgador d'aire FLEXVENT (Roca) amb connexió 3/8"	4	8,2	32,8
Metres lineals de conducte de coure de 51/54 per a circuit primari aïllat amb coquilla de 30 mm.	65	85,71	5571,15
Interacumulador MV-1500-SB, amb una capacitat de 1500 litres.	1	4297,16	4297,16
Centraleta de control TDS 10 (Junkers)	1	297,6	297,6
Grup de bombeig AGS2 (Junkers)	1	532,29	532,29
Vas d'expansió de membrana fixa SAG-35 (Junkers) amb un capacitat útil de 35 litres.	1	76,56	76,56
Bidó de 20 litres de fluid caloportador Tyfocor-L (solució de propilenglicol al 30%).	15	25	375
Hores de mà d'obra (oficial 1ª instal·lador E.S.T)	20	26,33	526,6
Hores de mà d'obra (ajudant instal·lador E.S.T)	20	22,6	452
Pressupost execució material			27381,42
Costos no definits			3%
Cost Total			28.202,86

4.4 Amidaments i pressupost de la instal·lació solar tèrmica per la producció d'aigua calenta sanitària.

Descripció	Unitats	Preu/unitat [€]	Preu total[€]
Equip compacte termosifó TSS 200 (junkers), compostat per un captador FK-240S i un acumulador TS200 de 187 litres.	1	1100	1100
Caldera instantània W 300-7 KME per la producció d'ACS	1	850	850
Hores de mà d'obra (oficial 1ª instal·lador E.S.T)	8	26,33	210,64
Hores de mà d'obra (ajudant instal·lador E.S.T)	8	22,6	180,8
Pressupost execució material			2341,44
Costos no definits			3%
Cost Total			2411,68

4.5 Pressupost total

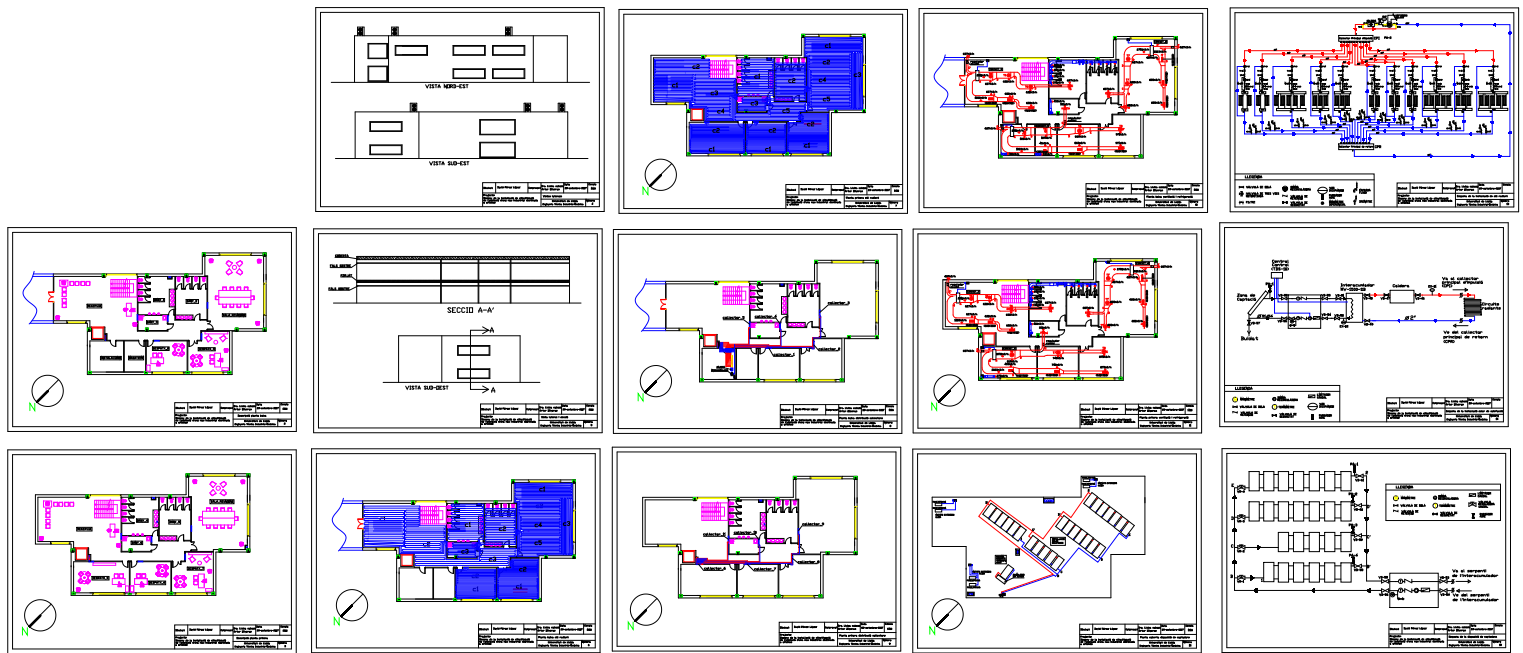
- Pressupost de la instal·lació de calefacció
 - Sòl radiant per aigua.....36.777,39 €
 - Distribució i control del sòl radiant per aigua.....22.779,81 €
- Pressupost de la instal·lació de ventilació i refrigeració.....41.950,77 €
- Pressupost de la instal·lació solar tèrmica
 - Per calefacció.....28.202,86 €
 - Per producció ACS.....2.411,68 €

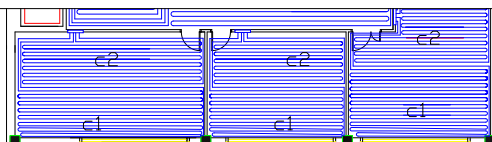
TOTAL.....132.122,51 €

16% IVA21.139,6 €

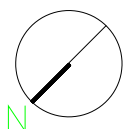
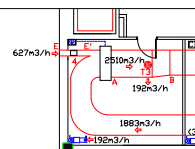
PRESSUPOST FINAL.....153.262,11 €

El pressupost total de les instal·lacions és de **cent cinquanta tres mil dos-cents seixanta dos euros i onze cèntims.**





Dibuixat	David Pérez López	Comprovat	Dra. Lluïsa Cabeza Artur Oliveras	Data	29-setembre-2007	Escola	1/100
Projecte: Disseny de la instal·lació de climatització de l'edifici d'una nau industrial destinada a oficines			Planta primera sòl radiant				
			Universitat de Lleida		Número		
			Enginyeria Tècnica Industrial-Mecànica		7		



Dibuixat	David Pérez López	Comprovat	Dra. Lluïsa Cabeza Artur Oliveras	Data	29-setembre-2007	Escala	1:100
Projecte:			Planta baixa distribució col·lectors				
Disseny de la instal·lació de climatització de l'edifici d'una nau industrial destinada a oficines			Universitat de Lleida		Número		
			Enginyeria Tècnica Industrial-Mecànica		8		

